



**“Diseño e implementación de sistemas ADAS para un vehículo liviano homologado de la
Escuela de Conducción Profesional Espe sede Latacunga”**

Morán Jiménez, Hugo Alexander y Padilla López, Abel Alejandro

Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Carrera de Ingeniería Automotriz

Trabajo de titulación, previo a la obtención del título de Ingeniero Automotriz

Ing. Romero Guano, Néstor Aníbal

07 de Julio del 2022

Latacunga

Reporte de verificación de contenido



1. MORÁN_PADILLA_TRABAJO DE TITUALACIÓN (4).pdf

Scanned on: 17:12 July 7, 2022 UTC



Overall Similarity Score



Results Found



Total Words in Text

Identical Words	962
Words with Minor Changes	23
Paraphrased Words	253
Ornament Words	1344

Ing. Romero Guano Néstor Anibal
CI: 0501913810



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

Certificación

Certifico que el trabajo de titulación: "Diseño e implementación de sistemas ADAS para un vehículo liviano homologado de la escuela de conducción profesional Espe sede Latacunga" fue realizada por los señores Morán Jiménez Hugo Alexander y Padilla López Abel Alejandro, la misma que cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, además fue revisada y analizada en su totalidad por la herramienta de prevención y/o verificación de similitud de contenidos; razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que se la sustente públicamente.

Latacunga, Julio 07 de 2022

Firma

Ing. Romero Guano Néstor Anibal

C.C.: 0501913810



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MÉCANICA

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

Responsabilidad de autoría

Nosotros, Morán Jiménez Hugo Alexander con cédula de ciudadanía N° 1004108777, y Padilla López Abel Alejandro con cédula de ciudadanía N°1722920707, declaramos/declaramos que el contenido, ideas y criterios del trabajo de titulación: "Diseño e implementación de sistemas ADAS para un vehículo liviano homologado de la escuela de conducción profesional Espe sede Latacunga" es de nuestra autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Latacunga, Julio 07 de 2022

Firma

Morán Jiménez Hugo Alexander

C.C: 1004108777

Padilla López Abel Alejandro

C.C: 1722920707



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MÉCANICA
CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

Autorización de publicación

Nosotros Morán, Jiménez Hugo Alexander con cédula de ciudadanía N°1004106777, y Padilla López, Abel Alejandro con cédula de ciudadanía N°1722920707, autorizamos a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar la monografía: Diseño e implementación de sistemas ADAS para un vehículo liviano homologado de la escuela de conducción profesional Espe sede Latacunga en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi/nuestra responsabilidad.

Latacunga, Julio 07 de 2022

Firma

Morán Jiménez, Hugo Alexander

C.C: 1004106777

Padilla López, Abel Alejandro

C.C: 1722920707

Dedicatoria

El presente proyecto de investigación se lo dedico en primer lugar a Dios quien ha sido incondicional durante todo este proceso de formación y que gracias a él he logrado culminar un objetivo más en mi vida.

A mis padres Celia Jiménez y Ángel Morán que sin duda han dado todo de sí para verme triunfar y aunque mi madre ya no está junto a mí físicamente, estoy seguro que está orgullosa desde el cielo y ha sido mi gran motivación para lograrlo.

Y por último a mis hermanos, familiares y amigos que en todo momento han estado pendientes y han sido parte de este proceso el cual ha estado lleno de obstáculos, momentos buenos y difíciles pero que también gracias a ellos ha sido posible culminar con éxito esta etapa universitaria, llevándome de ella mucho conocimiento y experiencias.

Hugo Morán

Dedicatoria

El presente proyecto de investigación le dedico en primer lugar a Dios ya que es un pilar fundamental en el entorno de mi familia y gracias a sus bendiciones he logrado culminar una etapa más estudiantil en mi vida.

A mis padres Juan Padilla y Paulina López que nunca me dejaron solo y me han sabido, guiar y darme su apoyo incondicional en esta etapa de mi vida.

A mis abuelitos y a mi tía Fernanda López que siempre estuvieron conmigo durante esta etapa de mi formación profesional brindándome su apoyo incondicional en todo momento.

Y por último pero no menos importante, a mi mascota Ponchis que con solo el hecho de estar a mi lado me daba fuerza para seguir y no rendirme para lograr mis objetivos.

Abel Padilla

Agradecimiento

Agradezco a Dios por brindarme salud, vida y sabiduría para lograr culminar con éxito esta etapa estudiantil.

Agradezco a mis padres por todo su sacrificio y apoyo incondicional para que no me falta nada por verme triunfar en cada etapa de este proceso de formación.

Agradezco a la familia Morán Vaca por todo el apoyo brindado, por todos los consejos y por estar siempre pendientes de mi formación académica y personal.

Agradezco a todos mis familiares y amigos que han sido parte de este proceso de formación académica ya que con ellos se ha compartido momentos buenos y han hecho de los momentos difíciles experiencias más gratas.

Agradezco a la carrera de Ingeniería Automotriz por abrirme las puertas y brindarme un gran conocimiento y gratas experiencias.

Finalmente agradezco al tutor de la presente investigación Ing. Néstor Romero por su colaboración, su amistad y por compartir conocimientos durante la formación académica

Hugo Morán

Agradecimiento

Agradezco a Dios por darme la salud y la vida para permitirme seguir cumpliendo mis objetivos y lograr las metas propuestas.

Agradezco a mis padres por el sacrificio que hicieron para que no me falte nada en mi etapa universitaria y darme consejos cuando los necesité.

Agradezco a mis abuelitos Ricardo y Gladys por extenderme la mano siempre económica y anímicamente para poder cumplir mis objetivos.

Agradezco a la universidad y a la carrera de ingeniería automotriz por los conocimientos brindados y grandes experiencias que me he llevado durante esta etapa.

Finalmente agradezco al director de esta investigación Ing. Néstor Romero, por compartir sus conocimientos en el desarrollo de esta investigación, su amistad y aporte en la formación de los estudiantes.

Abel Padilla

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Carátula	1
Reporte de verificación de contenidos.....	2
Certificación.....	3
Responsabilidad de autoría.....	4
Autorización de publicación.....	5
Dedicatoria	6
Dedicatoria	7
Agradecimiento.....	8
Agradecimiento.....	9
Índice de contenidos.....	10
Índice de figuras	15
Índice de tablas.....	19
Índice de ecuaciones.....	20
Resumen.....	21
Abstract	22
Capítulo I: Marco metodológico de investigación	23
Antecedentes investigativos	23
Planteamiento del problema.....	23
Descripción detallada del proyecto	26

Justificación e importancia	27
Objetivos del Proyecto	29
<i>Objetivo General</i>	29
<i>Objetivos Específicos</i>	29
Metas.....	30
Hipótesis.....	30
Variables de Investigación	30
<i>Variable independiente</i>	31
<i>Variable dependiente</i>	32
Método Bibliográfico.....	33
Método Exploratorio	33
Método Descriptivo	33
Método experimental.....	33
Capítulo II: Fundamento Teórico	36
Vehículo Chevrolet Aveo	36
<i>Especificaciones Técnicas</i>	36
Seguridad	37
<i>Seguridad Activa</i>	38
<i>Seguridad Pasiva</i>	43
Sistemas ADAS	46
<i>Sistema de luz diurna DRL</i>	47

<i>Sistema de visión (reversa)</i>	48
<i>Sistema de estacionamiento asistido</i>	49
<i>Sistema de control de presión de neumáticos (TPMS)</i>	50
<i>Sistema de detección de punto ciego (BSD)</i>	51
<i>Sistema asistido de luces nocturnas</i>	51
Ventajas de los sistema ADAS	52
Inconvenientes de los sistemas ADAS	54
Capítulo III: Elementos y control de sistemas ADAS	56
Características y requerimientos generales de los sistemas	56
Selección y descripción general de los sistemas.....	56
<i>Control de presiones (sistema TPMS)</i>	57
<i>Control de distancia (sistema de proximidad)</i>	60
<i>Control de sistema de luces diurnas (DRL)</i>	62
<i>Adaptación de sistema de visión (Reversa)</i>	64
<i>Control de sensor de luz NMD</i>	65
<i>Control de punto ciego sensor BDS</i>	67
Capítulo IV: Implementación, ensamblaje y análisis de resultados	69
Instalación del sistema	69
<i>Montaje e instalación de los sensores</i>	69
<i>Montaje e instalación de los elementos de visualización y control</i>	88
<i>Montaje e instalación de elementos complementarios</i>	92

Pruebas Realizadas.....	94
<i>Pruebas con osciloscopio.</i>	<i>94</i>
<i>Pruebas con multímetro.....</i>	<i>109</i>
<i>Pruebas estáticas.</i>	<i>114</i>
Análisis de Resultados	118
<i>Sensor TPMS</i>	<i>118</i>
<i>Sistema BSD</i>	<i>124</i>
<i>Sistema NMD.....</i>	<i>124</i>
<i>Sensores de proximidad</i>	<i>125</i>
<i>Sistema DLR</i>	<i>126</i>
<i>Manual de procedimiento.....</i>	<i>126</i>
Capítulo V: Marco Administrativo	131
Recursos.....	131
Talento Humano	131
Recursos Tecnológicos	131
Recursos Materiales	132
Presupuesto	133
Financiamiento.....	135
Capítulo VI: Conclusiones y recomendaciones	136
Conclusiones	136
Recomendaciones	138

Bibliografía	139
Anexos.....	142

Índice de figuras

Figura 1 Principales causas de los accidentes	37
Figura 2 Elementos de seguridad activa del vehículo.....	38
Figura 3 Sistema de dirección del vehículo	39
Figura 4 Sistema de frenos	40
Figura 5 Sistema de suspensión	41
Figura 6 Nomenclatura de los neumáticos	42
Figura 7 Índice de carga de los neumáticos	43
Figura 8 Seguridad pasiva	43
Figura 9 Estructura de carrocería deformable	44
Figura 10 Funcionamiento del sistema Airbag.....	45
Figura 11 Efecto látigo producido por un siniestro.....	46
Figura 12 Sistema de luces diurnas	47
Figura 13 Sistema de visión (Reversa).....	48
Figura 14 Sistema de estacionamiento asistido.....	49
Figura 15 Sistema TPMS	50
Figura 16 Sistema de detección de punto ciego (BSD)	51
Figura 17 Fotodiodo.....	52
Figura 18 Sistemas ADAS.....	53
Figura 19 Sistema de sensores en sistemas ADAS.....	54
Figura 20 Sensores de presión de neumáticos TPMS.....	58
Figura 21 Indicador de presión de neumáticos a bordo.....	59
Figura 22 Funcionamiento de sensores de proximidad ultrasónicos.....	60
Figura 23 Tipos de luces diurnas DLR	62
Figura 24 Sensor optoelectrónico NMD.....	65

Figura 25	<i>Rangos de operación del sensor BSD</i>	67
Figura 26	<i>Vehículo chevrolet aveo sin sistemas ADAS</i>	69
Figura 27	<i>Elementos de instalación del sistema TPMS</i>	70
Figura 28	<i>Arandela de seguridad del sistema</i>	70
Figura 29	<i>Sensores de presión de neumáticos</i>	72
Figura 30	<i>Ubicación de los sensores en las ruedas del vehículo</i>	72
Figura 31	<i>Panel de control del sistema TPMS</i>	73
Figura 32	<i>Elementos de instalación del sistema de asistencia al parqueo</i>	74
Figura 33	<i>Perforación de la carrocería</i>	75
Figura 34	<i>Circuito del sistema de asistencia al parqueo</i>	75
Figura 35	<i>Ubicación de los cuatro sensores de proximidad</i>	77
Figura 36	<i>Elementos de instalación del sistema BSD o punto ciego</i>	77
Figura 37	<i>Circuito del sistema BSD</i>	78
Figura 38	<i>Desmontaje del parachoques</i>	78
Figura 39	<i>Calibración de los radares</i>	79
Figura 40	<i>Cableado parte posterior del auto</i>	80
Figura 41	<i>Conexión hacia la puerta lateral trasera del vehículo</i>	81
Figura 42	<i>Indicador visual del sistema BSD</i>	81
Figura 43	<i>Conexiones del sistema BSD en la parte delantera del vehículo</i>	82
Figura 44	<i>Sistema de conexión del sistema NMD</i>	83
Figura 45	<i>Conexiones del sistema de luz NMD</i>	84
Figura 46	<i>Relés de las luces del vehículo</i>	84
Figura 47	<i>Identificación de las luces altas y bajas del vehículo</i>	85
Figura 48	<i>Conexiones de la fusiblera hacia el módulo de control</i>	86
Figura 49	<i>Conexión hacia el freno de mano</i>	87
Figura 50	<i>Ubicación del sensor de luz en el vehículo</i>	88

Figura 51 <i>Elementos de visualiación de control del vehículo</i>	88
Figura 52 <i>Funciones del sistema de reversa</i>	89
Figura 53 <i>Activación del sistema de reversa</i>	89
Figura 54 <i>Herramienta para instalación del sistema DLR</i>	90
Figura 55 <i>Conexiones del sistema DLR</i>	91
Figura 56 <i>Instalación de rita LED en el faro derecho</i>	91
Figura 57 <i>Medición del puerto de alimentación</i>	92
Figura 58 <i>Regulador de tensión</i>	93
Figura 59 <i>Activación de luz led de cámara de reversa</i>	94
Figura 60 <i>Osciloscopio – PicoScope 6 serie 2000</i>	94
Figura 61 <i>Gráfica de funcionamiento del Buzzer</i>	96
Figura 62 <i>Gráfica de funcionamiendo del sistema BSD</i>	97
Figura 63 <i>Gráfica de funcionamiento del sistema NMD</i>	99
Figura 64 <i>Gráfica de funcionamiento de las luces altas sistema de luces DLR</i>	100
Figura 65 <i>Gráfica de funcionamiento del sistema de luces DLR</i>	102
Figura 66 <i>Gráfica de funcionamiento de las direccionales del sistema DLR</i>	104
Figura 67 <i>Gráfica de funcionamiento del sistema de reversa</i>	106
Figura 68 <i>Gráfica de funcionamiento de los sensores de proximidad</i>	108
Figura 69 <i>Medición de intensidad del sistema BSD</i>	109
Figura 70 <i>Medición de intensidad del sistema DLR</i>	110
Figura 71 <i>Valor de la intensidad de la direccional</i>	111
Figura 72 <i>Valor de la lectura e intensidad de las luces stops</i>	111
Figura 73 <i>Voltaje de la reversa</i>	114
Figura 74 <i>Indicador visual del sistema BSD</i>	115
Figura 75 <i>Luz automática del sistema NMD</i>	116
Figura 76 <i>Sensores de proximidad</i>	116

Figura 77 <i>Funcionamiento de la cámara de reversa</i>	117
Figura 78 <i>Funcionamiento de las luces diurnas</i>	118
Figura 79 <i>Ruta para la prueba del sistema TPMS</i>	119
Figura 80 <i>Presión vs velocidad (sensor 1)</i>	120
Figura 81 <i>Presión vs velocidad (sensor 2)</i>	120
Figura 82 <i>Presión vs velocidad (sensor 3)</i>	121
Figura 83 <i>Presión vs velocidad (sensor 4)</i>	121
Figura 84 <i>Temperatura vs velocidad (sensor 1)</i>	122
Figura 85 <i>Temperatura vs velocidad (sensor 2)</i>	122
Figura 86 <i>Temperatura vs velocidad (sensor 3)</i>	123
Figura 87 <i>Temperatura vs velocidad (sensor 4)</i>	123

Índice de tablas

Tabla 1 <i>Variables independientes</i>	31
Tabla 2 <i>Variables dependientes</i>	32
Tabla 3 <i>Tipos de metodologías de investigación</i>	34
Tabla 4 <i>Datos Técnicos del vehículo Chevrolet Aveo</i>	36
Tabla 5 <i>Nomenclatura de los neumáticos</i>	42
Tabla 6 <i>Características de los sensores ultrasónicos</i>	57
Tabla 7 <i>Valores de medición del sistema NMD</i>	112
Tabla 8 <i>Datos obtenidos en la ruta Espe Belisario – Espe Centro</i>	119
Tabla 9 <i>Datos obtenidos de la prueba del sistema BSD</i>	124
Tabla 10 <i>Datos obtenidos de la prueba del sistema NMD</i>	124
Tabla 11 <i>Datos obtenidos de la prueba de sensores de proximidad delanteros</i>	125
Tabla 12 <i>Datos obtenidos de la prueba de sensores de proximidad posteriores</i>	125
Tabla 13 <i>Comparativa</i>	126
Tabla 14 <i>Manual de uso de los asistentes</i>	127
Tabla 15 <i>Talento Humano</i>	131
Tabla 16 <i>Recursos Tecnológicos</i>	132
Tabla 17 <i>Recursos Materiales</i>	132
Tabla 18 <i>Presupuesto</i>	133

Índice de ecuaciones

Ecuación 1 <i>Longitud de trabajo del sensor ultrasónico</i>	61
---	----

Resumen

La presente investigación consiste en el diseño e implementación de sistemas ADAS en un vehículo liviano tipo O2, mediante asistentes para la conducción. Estos asistentes que están compuestos por sensores ultrasónicos, lumínicos y de movimiento lo cuáles permitirán visualizar y alertar de posibles peligros que se presenten a la hora de la conducción. Dentro de los sistemas implementados destacan el BSD o de punto ciego que es capaz de determinar este ángulo muerto a la hora de conducir, el sistema NMD de luces automáticas que consta de un sensor lumínico que detecta la cantidad de luz percibida en un espacio, el sistema DLR de luces diurnas para la conducción matutina, sistemas de asistente de parqueo y visión de reversa para maniobras de aparcamiento del vehículo y sistemas de alerta de aproximación a objetos que se encuentren delante del vehículo con la finalidad de mantener una distancia prudente entre el vehículo y lo que pueda estar delante del mismo, todos estos sistemas trabajan en conjunto para brindar al estudiante una conducción más eficaz y segura. De la misma manera se realizó pruebas del funcionamiento de cada uno de los asistentes implementados en el vehículo, captando las señales mediante un osciloscopio, determinando los valores de operación con multímetro, pruebas con manómetros así como pruebas de ruta de conducción para el vehículo Chevrolet Aveo Family de la escuela de conducción profesional de la Espe sede Latacunga.

Palabras Clave: sensor ultrasónico, sensor lumínico, osciloscopio automotriz

Abstract

The present investigation consists of the design and implementation of ADAS systems in a light vehicle type O2, through driving assistants. These assistants that are made up of ultrasonic, light and movement sensors which will allow to visualize and alert of possible dangers that arise when driving. Among the implemented systems, the BSD or blind spot stand out, which is capable of determining this blind spot when driving, the NMD system of automatic lights, which consists of a light sensor that detects the amount of light perceived in a space, the DLR daytime running lights system for morning driving, parking assistant and reversing vision systems for vehicle parking maneuvers, and approach warning systems for objects in front of the vehicle in order to maintain a safe distance between the vehicle and whatever may be in front of it, all of these systems work together to provide the student with a more efficient and safer drive. In the same way, tests were carried out on the operation of each of the assistants implemented in the vehicle, capturing the signals through an oscilloscope, determining the operating values with a multimeter, tests with pressure gauges, as well as driving route tests for the Chevrolet Aveo vehicle. Family of the professional driving school of the Espe headquarters Latacunga.

Keywords: ultrasonic sensor, luminous sensor, automotive oscilloscope

Capítulo I

Marco metodológico de investigación

Antecedentes investigativos

Según (Montaña) en la última década ha ocurrido grandes avances en cuestión de seguridad en el mundo de la automoción. La sociedad no podía permitir que continuaran las altas cifras de mortalidad anuales y, aprovechando el desarrollo tecnológico de estos últimos años, las grandes compañías automovilísticas han dedicado una parte importante de sus inversiones a la investigación y desarrollo de sistemas de seguridad, tanto activa como pasiva.

Según (Rodríguez Garavito, 2017) actualmente los sistemas ADAS vienen incorporados en la mayoría de autos fabricados en Asia y Europa, por lo que los conductores deben acostumbrarse a utilizar estos sistemas para que logren mejorar sus capacidades de manejo.

Planteamiento del problema

Hoy en día el uso del automóvil se ha convertido en una necesidad por lo que cada día el uso del mismo incrementa considerablemente, sin embargo, también son los protagonistas de muchos incidentes y accidentes de tránsito. Debido a lo anteriormente mencionado, a lo largo de la historia los fabricantes han trabajado, trabajan y siguen desarrollando seguridad en lo que respecta a sus vehículos, tanto para la seguridad de los ocupantes como la seguridad de los que se encuentran en su entorno. Los sistemas de seguridad han ido progresando desde los inicios del automóvil empezando con los sistemas más primordiales como son el sistema de luces y el sistema de frenos. Posteriormente,

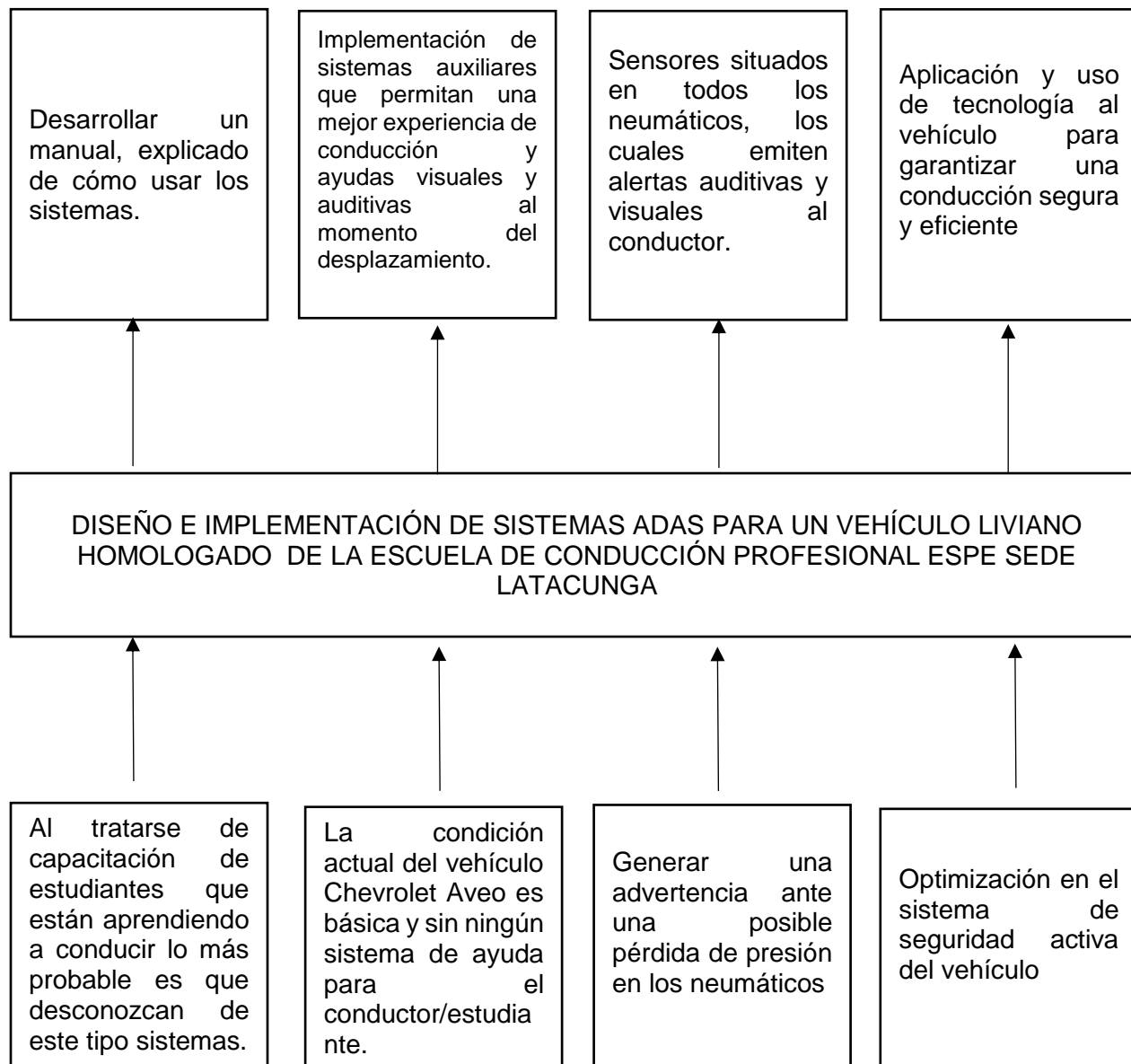
conforme a la elevada cifra de número de incidentes y accidentes, se han ido introduciendo los denominados sistemas de seguridad pasiva, los cuales no evitan el accidente pero si ayudan a reducir los daños provocados en los ocupantes. A partir de los finales de la década de los 60, se empieza a familiarizar la seguridad que era netamente mecánica hasta ese entonces con sistemas electrónicas gracias a la llegada de la informática, electrónica y sensores. Principalmente el objetivo de la seguridad activa es evitar un incidente apoyado en sistemas electrónicos que nos ayudan a disminuir la siniestralidad y los impactos económicos causados por la misma. Actualmente, los que llaman la atención dentro del segmento de seguridad son los denominados sistemas ADAS (Sistemas Avanzados de Asistencia a la Conducción), cuya labor es mejorar la seguridad, eficiencia y confort tanto de los ocupantes de un vehículo y su entorno como también de los peatones y carreteras, haciendo uso de herramientas informáticas, eléctricas y electrónicas.

Estos sistemas inteligentes mencionados anteriormente hacen gran énfasis y protagonismo en entornos urbanos ya que la presencia de alto tráfico vehicular como peatonal además de objetos móviles y fijos, hacen que su implementación sea de mucha ayuda especialmente para aquellos conductores que inician su actividad. Cabe mencionar que esta es una tecnología que actualmente a nivel local no se implementado y no se regula con carácter obligatorio por lo que considera de gran utilidad implementarlos en vehículos de autoescuelas. Adicionalmente, se piensa que para lograr reducir por completo los incidentes es necesario una conducción totalmente defensiva, para lo cual se deben perfeccionar sistemas inteligentes como intercomunicación entre vehículos, seguimiento de línea, asistencia de cambio de carril, asistencia de adelantamiento, etc. En general la conducción asistida trae consigo varios beneficios, sin embargo existen dificultades que se las pueden resumir en cuatro aspectos a considerar los cuales son:

- Técnicas. Los algoritmos que desempeñen la conducción deben ser 100 % fiables, y que no hay lugar para errores.

- Económicas. Debido a que es una tecnología en desarrollo los costes de implementación son muy elevados
- Psicológicas. Los tripulantes del vehículo deben aprender acerca del uso de esta tecnología innovadora ya que deben saber interpretar las alertas visuales y sonoras del mismo, además de estar familiarizados acerca de la activación y desactivación de estos sistemas.
- Legales. En caso de ocurrir un incidente existe la controversia si el responsable es el conductor o se puede adjudicar a la falta de equipamiento por parte del fabricante. Por estas razones la implementación de las ADAS constituyen los dispositivos de asistencia que permitirán disminuir incidentes y accidentes de tránsito. Entre los sistemas ADAS más conocidos se encuentran los sistemas de luz diurna (DLR), de CAMBIO DE CARRIL (BSD), asistente parqueo y proximidad frontal, visión de reversa, control de presión de neumáticos (TPMS), de luces automáticas al detectar poca luz (NMD). Mantener informado al conductor sobre cualquier tipo de obstáculos, información del vehículo en tiempo real, descuido u olvido son algunos de los motivos por los cuales la implementación de estos sistemas se convierte en una necesidad. En específico, las dificultades provienen al tomar datos del entorno ya que son muy diversos, por lo que cada vez se requieren de algoritmos, sensores complejos y precisos, para que el procesamiento de información para el conductor sea en tiempo real y así lograr mejorar la toma de decisiones. Para concluir, si se toma en cuenta las cifras de incidentes automovilísticos en países desarrollados que ya hace algunos años hacen uso de esta tecnología, es posible notar considerable la disminución de esta cifra. En los últimos 40 años se ha desarrollado estas tecnologías lo que permite minimizar incidentes en gran proporción. Se ha comprobado que el desarrollo, la mejora y la implementación de sistemas de seguridad en vehículos disminuye los

incidentes y las víctimas ante estos percances, por lo que es necesario seguir desarrollando e implementando nuevos y mejores sistemas de seguridad, además de ser un tema de interés masivo tanto para conductores como para peatones.



Descripción detallada del proyecto

La presente investigación del “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS ADAS PARA UN VEHÍCULO LIVIANO HOMOLOGADO DE LA ESCUELA DE CONDUCCIÓN PROFESIONAL ESPE SEDE LATACUNGA.” Considera lo siguiente:

Se reunirá información técnica, científica proveniente de fuentes digitales confiables,

libros, manuales y artículos acerca de los sistemas de seguridad activa y pasiva, además información referente a los sistemas ADAS para su posterior diseño e implementación en el vehículo Chevrolet Aveo de la escuela de conducción ESPE.

Se investigará manuales de diagramas eléctricos y mecánicos que permitirán conocer las herramientas, procesos y equipos necesarios con el fin de elaborar un protocolo de acciones a tomar en cuenta en el momento de la implementación de los sistemas ADAS.

Se diseñará un esquema eléctrico – gráfico a partir de cálculos matemáticos y apoyo de herramientas tecnológicas, en este caso software libre con el fin de determinar la correcta selección de los insumos necesarios para la posterior instalación de los sistemas de seguridad y asistencia ADAS.

Se implementará un sistema de alerta activa para informar al conductor (estudiante/instructor) sobre cualquier tipo de obstáculos, información del vehículo en tiempo real, descuido u olvido de activación de luces, presión de neumáticos, luces diurnas y asistencia de parqueo.

Se realizará pruebas de funcionamiento de los sistemas de seguridad implementados durante el funcionamiento estático y dinámico del automóvil según las condiciones a las que sea sometido. En base al RTE INEN 034 Para elementos de seguridad en vehículos automotores.

Justificación e importancia

En el Ecuador la tecnología en los vehículos cada vez es más sofisticada ya que incorporan desde el fabricante sistemas ADAS por lo que es esencial familiarizar a los estudiantes de las escuelas de conducción con los mismos, por otra parte, la instrucción brindada por parte de estas entidades es de 40 horas prácticas para licencias profesionales y no profesionales, tiempo en el que el estudiante se capacita para brindar sus servicios como profesional al volante dentro del sector público y privado, por lo que con la implementación de los sistemas mencionados anteriormente se espera brindar una ayuda al

estudiante para que el proceso de aprendizaje sea más eficiente y seguro.

El propósito de los sistemas ADAS en los vehículos es el de mejorar la seguridad activa y pasiva de los mismos, ante las posibles causas de accidentes al momento que el vehículo está en marcha. En todo el mundo, uno de los principales problemas en la industria automotriz es el tema de la seguridad que durante años han trabajado invirtiendo cantidades exuberantes de dinero, esto para mejorar el grado de seguridad de los autos. En la actualidad los sistemas ADAS se ha convertido en una necesidad para las grandes empresas fabricantes de vehículos que obligadamente han debido implementarlos, mejorando aspectos como: el confort, seguridad y los distintos asistentes que ayudan a los conductores en condiciones adversas de circulación

En las Escuelas de Conducción Profesionales del país, actualmente existen vehículos de aprendizaje que no cuentan con estos sistemas de asistencia y es de vital importancia ya que el estudiante está adquiriendo conocimientos de conducción, por lo tanto necesita la mayor cantidad de ayuda, esto para mejorar sus capacidades prácticas de conducción, reducir los tiempos de aprendizaje por lo que el instructor podrá coordinar un mayor número de clases prácticas en el mismo periodo de tiempo. Según el perfil profesional de Ingeniero Automotriz se realizará un estudio de que asistentes se pueden implementar en un vehículo liviano homologado.

En el artículo 79.1 de la ley de Tránsito asegura que las operadoras de transporte terrestre son responsables de que los vehículos destinados a la prestación del servicio del transporte tengan instalado y en funcionamiento los dispositivos mecánicos y electrónicos que permitan desarrollar una mejor conducción esto va enfocado a taxis, vehículos particulares, transporte pesado, etc...

La utilización de los sistemas ADAS reduce de forma sistemática los incidentes viales, protege la integridad de personas y sus bienes, ofrece seguridad al estudiante al momento que esté realizando las prácticas en el vehículo brindándole mayor seguridad a él, a su

instructor y a todos los actores de la movilidad. Por medio del estudio y la implementación de dichos sistemas se busca minimizar los riesgos durante el curso mejorando la calidad de enseñanza de los instructores y aprendizaje por parte de los estudiantes, así mismo la buena práctica de conducción pueden ser corroboradas y ayudadas por los sistemas ADAS, esto llevará a los conductores profesionales y no profesionales a desarrollar un mejor manejo y de tal manera que al momento de desempeñar sus conocimientos al volante, no han sido sancionados en un lapso de 1 año, recibirán un incentivo de 4 puntos a su licencia según la ley.

Así mismo la ley de tránsito en el artículo 181, asevera que los usuarios de la vía están obligados a comportarse de forma que no entorpezcan la circulación, ni causen riesgo, daños a los transeúntes, o a los bienes. Los conductores deben estar capacitados bajo cualquier circunstancia de controlar el automotor, de tal manera que se prevea la integridad de ellos y de los transeúntes de las vías, esto se verá beneficiado en gran manera con la implementación del sistema de proximidad que ayudará a detectar personas, animales u objetos con los que pueda haber peligro de impacto. Así mismo con la implementación de sistemas ADAS se buscará bajar el promedio de accidentes en el país, mejorando la calidad de conductores profesionales y no profesionales que se formen en las escuelas de conducción del Ecuador.

Objetivos del Proyecto

Objetivo General

- Diseñar e implementar de sistemas ADAS para un vehículo liviano homologado para la escuela de conducción profesional Espe sede Latacunga.

Objetivos Específicos

- Complementar los sistemas de seguridad activa y pasiva en el vehículo Chevrolet Aveo.
- Mejorar el sistema enseñanza - aprendizaje de los aspirantes a conductores

profesionales tipo C.

- Reducir riesgos de incidentes de tránsito durante el proceso de enseñanza – aprendizaje.
- Seleccionar adecuadamente los tipos de asistentes a implementar en función a las condiciones del aprendizaje.

Metas

- Comprobar que todos los sistemas de asistencia al conductor funcionen de manera óptima al momento de realizar las prácticas en el lapso de 1 mes.
- Optimizar en un 3% la seguridad activa y pasiva en el vehículo en un tiempo de 6 meses.
- Realizar un análisis en software de los sistemas a implementar para determinar su funcionamiento óptimo.
- Ejecutar los ensayos y pruebas en los distintos sistemas a implementar tales como: Ciclos de conducción, tiempo estimado de activación, tiempos de maniobra, medición de presión en condiciones cambiantes de clima, esto con la finalidad de recopilar información útil para comprobar y analizar el funcionamiento óptimo de los sistemas ADAS

Hipótesis

¿Con la implementación del sistema ADAS en el vehículo Chevrolet Aveo de la Escuela de Conducción, se logrará disminuir tiempos de aprendizaje, incrementar la seguridad, disminuir riesgos, mejorar la calidad del curso de conducción?

Variables de Investigación

Para el proyecto de investigación se aplicará las variables como son: variables dependientes y variables independientes.

Variable independiente**Tabla 1***Variable independiente*

Concepto	Categoría	Indicador	Rango de variabilidad	Instrumentos
Disminuir los tiempos de aprendizaje	Tiempo de aprendizaje	Horas (40 horas)	\pm % de horas de aprendizaje	Ensayo/pruebas en laboratorio
Dotar al vehículo con dispositivos que provean mayor seguridad al estudiante y al instructor	Números de dispositivos a instalar	Número	\pm 1 dispositivos	Ensayo/pruebas en laboratorio
Incrementar la destreza del estudiante	Tiempo de aprendizaje	Horas (40 horas)	\pm % de horas de aprendizaje	Ensayo/pruebas en laboratorio
Disminuir la contaminación ambiental	Consumo de	Kg/h	\pm 10%	Ensayo/pruebas en laboratorio

aplicando combustibl
técnicas de e
conducción
eficiente

Nota. En la tabla se describe la variable independiente, misma que permite conocer la categoría, indicadores, rango de variabilidad e instrumentos.

Variable dependiente

Tabla 2

Variable Dependiente

Variable	Categoría	Indicad or	Rango de variabilidad	Instrumentos
Porcentaje de avance del estudiante	Tiempo de aprendizaje	Horas (40 horas)	\pm % de horas de aprendizaj	Ensayo/prueb as en laboratorio
Asistencia y Seguridad al momento de circular	Números de dispositivos (ADAS) instalados	Número enteros	\pm 2 dispositivos	Ensayo/prueb as en laboratorio
Disminuye el tiempo	Tiempo de aprendizaje	Horas (40)	\pm % de horas de aprendizaj	Ensayo/prueb as en

de		horas)		laboratorio
aprendizaj				
e				
Disminuir	Consumo de			Ensayo/prueb
la quema	combustible	Kg/h	$\pm 10\%$	as en
de	y emisión de			laboratorio
combustibl	gases			
e	contaminant			
	es			

Método Bibliográfico

El método bibliográfico se aplicará en la recolección de información técnica y científica de los sistemas ADAS que se van a implementar en el vehículo y determinar de esta manera el proceso más adecuado.

Método Exploratorio

Con este método se pretende realizar una indagación de los procesos adecuados, esto con el fin de optimizar tiempos y recursos de la implementación de los sistemas ADAS en un vehículo liviano homologado para una escuela de conducción.

Método Descriptivo

El método descriptivo buscará la tomar de datos y registrarlos mediante el análisis del comportamiento de los diferentes asistentes que se implementara en el vehículo de estudio.

Método experimental

Este método permitirá la obtención de un buen diseño, selección de equipos y herramienta a utilizar para la implementación del sistema ADAS en un vehículo liviano homologado para la escuela de conducción profesional Espe sede Latacunga.

Tabla 3*Tipos de metodología de investigación*

Metodología	Descripción	Valor
Bibliográfico	Mediante este método se busca realizar una amplia investigación bibliográfica en aspectos científicos y técnicos que conlleva a la implementación de los sistemas ADAS en un vehículo liviano homologado de la escuela de conducción Espe sede Latacunga.	<ul style="list-style-type: none"> • Bases digitales • Artículos relacionados • Textos libros • Tesis
Exploratorio	Con éste método exploratorio buscamos buscar el procedimiento adecuado para optimizar recursos y tiempo para la implementación del sistema ADAS en un vehículo liviano homologado de la escuela de conducción Espe sede Latacunga.	<ul style="list-style-type: none"> • Proceso de implementación de sistema ADAS a un vehículo Chevrolet Aveo.

Metodología	Descripción	Valor
Descriptivo	El método descriptivo buscará la tomar de datos y registrarlos mediante el análisis del comportamiento de los diferentes asistentes que se implementara en el vehículo de estudio.	<ul style="list-style-type: none">• Pruebas/ensayos de campo
Experimental	Este método permitirá la obtención de un buen diseño, selección de equipos y herramienta a utilizar para la implementación del sistema ADAS en un vehículo liviano homologado de la escuela de conducción Espe sede Latacunga.	<ul style="list-style-type: none">• Vehículo de prueba Chevrolet Aveo.• Software de diseño automotriz.

Capítulo II

Fundamento Teórico

Vehículo Chevrolet Aveo

Este vehículo hizo su primera aparición en el año 2003 en una convención de autos en la ciudad de Chicago, EEUU, su modelado está inspirado en el Daewoo Kalos.

El Chevrolet Aveo es uno de los modelos más vendidos en el Ecuador, se convirtió en un auto rentable para personas que compraron su primer auto, familias y tuvo una gran acogida en lo que son unidades para taxi y escuelas de conducción.

Especificaciones Técnicas

Tabla 4

Datos Técnicos del vehículo Chevrolet Aveo

Parámetro	Valor
Marca	Chevrolet
Modelo	Aveo
Cilindrada	1398 cm ³
Número de cilindros	4
Distribución de cilindros	En línea
Diámetro del cilindro	73.4 mm
Recorrido del cilindro	82.6 mm
Potencia máxima	101 CV a 5800 rpm
Par máximo	130 Nm a 4000 rpm
Distribución	Un árbol de levas
Sistema de combustible	Inyección indirecta multipunto
Tracción	Delantera

Seguridad

En los últimos 50 años, las víctimas mortales producidas por los accidentes de tránsito han disminuido en gran cantidad, esto gracias al avance tecnológico que se ha desarrollado en la industria automotriz y a los nuevos sistemas que vienen incorporados en los vehículos. Hoy en día todas las empresas innovan para seguir creciendo y mejorando en los productos y servicios que brindan y la industria automotriz no es la excepción, lo hace invirtiendo en la seguridad tanto activa como pasiva de los automóviles, de la misma forma se busca preservar la vida e integridad de los ocupantes del vehículo, pero también de los transeúntes que circular por las ciudades, así mismo en reducir daños en otros automóviles, dentro de los aspectos a mejorar en los autos se tiene:

- Control de frenado autónomo
- Mejorar la visibilidad del conductor
- Ofrecer una protección al peatón
- Controlar la velocidad del auto
- Asistentes al momento de realizar maniobras

Figura 1

Principales causas de los accidentes



Nota. En la figura se muestra las principales causas de accidentes y por los resultados

arrojados el factor humano es el que más porcentaje tiene, ya que existen varios factores de distracción que conlevan a los accidentes automovilísticos.

Seguridad Activa

La seguridad activa son sistemas que contribuyen a mejorar el funcionamiento del vehículo cuando este está en uso, todo esto para poder reducir de manera significativa las posibilidades de tener un accidente. La seguridad activa como pasiva tiene un rol de prevención y alerta.

Figura 2

Elementos de seguridad activa del vehículo



Nota. En la figura se puede observar los sistemas de seguridad activa que se pueden encontrar en un vehículo.

Sistema de dirección. El sistema de dirección básicamente se cerciora de asegurar la maniobra que realice el conductor. En la actualidad los sistemas de dirección han mejorado tal es así que cuando se circula en el tráfico o a velocidades bajas, la dirección se vuelve muy suave para poder hacer las maniobras sin esfuerzos, por su contraparte cuando está en altas velocidades la dirección se torna dura para tener un mejor

control sobre el vehículo.

Figura 3

Sistema de dirección del vehículo

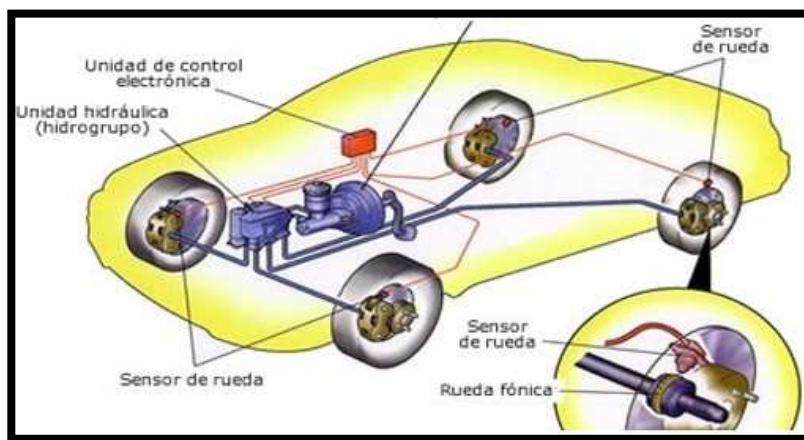


Nota. En la figura se puede observar el sistema de dirección de un vehículo teniendo en cuenta que con este sistema es el encargado de asegurar la maniobra que realice el vehículo.

Sistema de frenos. Los frenos son una parte fundamental en la seguridad de todo vehículo ya que ayuda a detener el auto en condiciones normales o complicadas. Actualmente los vehículos han mejorado bastante en este aspecto teniendo varias configuraciones en el sistema de frenado tales como los sistemas EBD (distribución electrónica de la fuerza de frenado) y el sistema ABS (sistema anti bloqueo)

Figura 4

Sistema de frenos

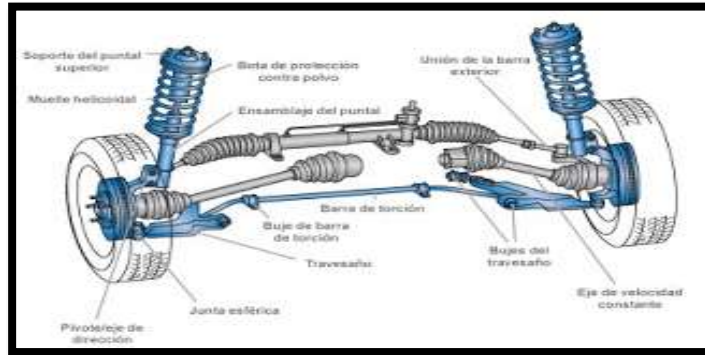


Nota. En la figura se observa el sistema de frenos de un vehículo que cuenta con ya sensores para el sistema de frenado ABS (Sistema de antibloqueo) y el sistema EBD (distribución electrónica de la fuerza de frenado).

Sistema de suspensión. El sistema de suspensión es importante, enfocado en el confort de los autos y no sólo es importante para autos urbanos, si no que en las competencias también desempeñan un papel fundamental, la finalidad de este sistema es que el vehículo se mantenga firme y estable en la superficie, absorbiendo las irregularidades que llegan a presentar los caminos tanto de 2do y 3er orden.

Figura 5

Sistema de suspensión



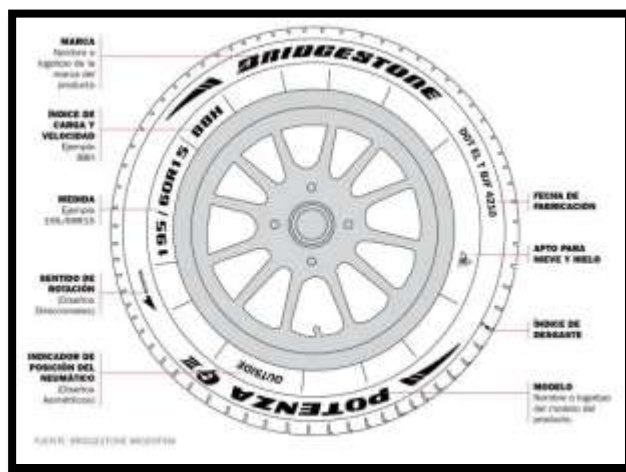
Nota. En la figura se indica los componentes del sistema de suspensión tales como: ejes, bujes, amortiguadores, muelles, mesas, terminales etc...

Neumáticos. La función de los neumáticos es fundamental ya que aseguran la tracción que va a tener el vehículo en cualquier condición climática, los neumáticos deben tener una óptima adherencia, de tal manera que se asegure la adherencia a la superficie de contacto.

El neumático es un elemento de seguridad fundamental en el vehículo y su estado influye decisivamente sobre el comportamiento del automóvil. Presión y estado del dibujo son factores esenciales para garantizar que el neumático pueda cumplir correctamente sus funciones. (Anselmino, 2013)

Figura 6

Nomenclatura de los neumáticos



Nota. En la figura se indica las partes y nomenclaturas que tiene un neumático, esto va a variar dependiendo del tamaño y las características de trabajo a las cuales va a estar sometido el vehículo.

Tabla 5

Nomenclatura de los neumáticos

Parámetro	Significado
Marca	Nombre o logotipo de la marca del producto
88H	Índice de carga y velocidad
195/69R15	Medida del neumático
Diseños direccionales	Sentido de rotación del neumático
Diseños asimétricos	Indicador de posición del neumático
4210	Fecha de fabricación
Nombre del modelo del producto	Modelo del neumático

Figura 7

Índice de carga de los neumáticos

ÍNDICE DE CARGA					
Código	Kilos	Código	Kilos	Código	Kilos
60	250	82	475	104	900
61	257	83	487	105	925
62	265	84	500	106	950
63	272	85	515	107	975
64	280	86	530	108	1000
65	290	87	545	109	1030
66	300	88	560	110	1060
67	307	89	580	111	1090
68	315	90	600	112	1120
69	325	91	615	113	1150
70	335	92	630	114	1180
71	345	93	650	115	1215
72	355	94	670	116	1250
73	365	95	690	117	1285
74	375	96	710	118	1320
75	387	97	730	119	1360
76	400	98	750	120	1400
77	412	99	775	121	1450
78	425	100	800	122	1500
79	437	101	825	123	1550
80	450	102	850	124	1600
81	462	103	875	125	1650

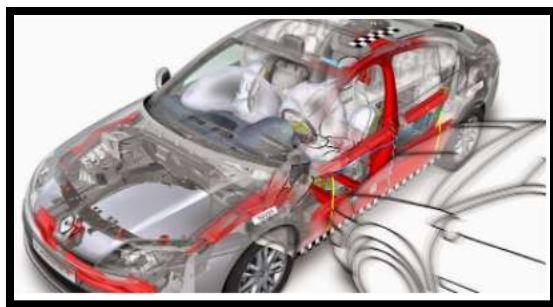
Nota. En la siguiente figura observamos el índice de carga que tienen los neumáticos, estos se seleccionarán de acuerdo al peso y condiciones de uso.

Seguridad Pasiva

La seguridad pasiva básicamente se refiere a los elementos encargados de reducir sustancialmente los daños al momento de sufrir un accidente, dentro de esta seguridad pasiva podemos encontrar los siguientes elementos:

Figura 8

Seguridad pasiva.



Chasis y carrocería. Las carrocerías de igual manera han evolucionado y hoy encontramos carrocerías deformables, de materiales o aleaciones más livianas las cuales nos ayudan a absorber de mejor manera el impacto y así disminuir el riesgo de que los ocupantes sufran lesiones, de igual manera en algunos autos si se sufre una colisión de frente, las carrocerías están diseñadas para dejar caer el motor al piso y disminuir el riesgo de lesiones graves o fatales.

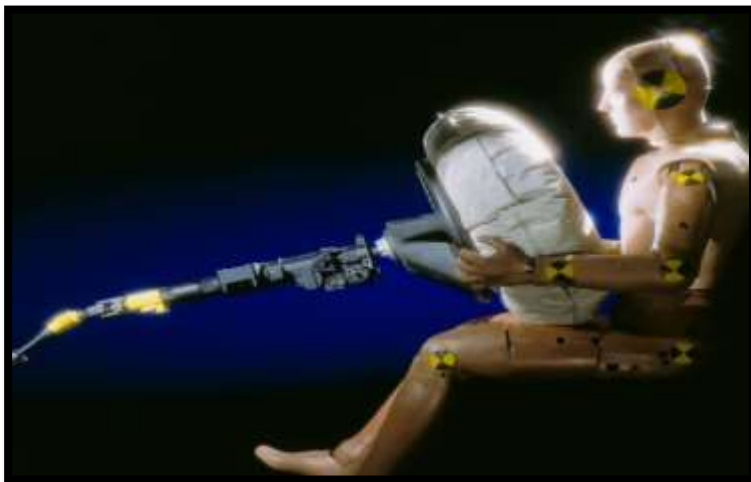
Figura 9

Estructura de carrocería deformable



Nota. En la figura se identifica los puntos que más va a sufrir la carrocería deformable al momento de una colisión.

Sistema Airbag. Existe una organización encargada de evaluar la seguridad de los modelos de los autos, dependiendo al continente al cual vaya dicho modelo, en el caso de Latinoamérica la entidad pertinente de evaluar esto es la LATIN NCAP y hoy en día es esencial que los vehículos traigan bolsas de aire o “airbag” ya que sirven para amortiguar el impacto que se genera al momento de colisionar, estas bolsas estarán en varios puntos del habitáculo como es la parte frontal, lateral y en la zona de las piernas, todo esto para impedir que los ocupantes se impacten directamente y sufran lesiones que pueden llevar a la muerte.

Figura 10*Funcionamiento del sistema Airbag*

Nota. En la figura se puede observar como es el funcionamiento del sistema airbag realizadas en pruebas de choque por la EURONCAP.

Apoya Cabezas La función de estos componentes están enfocadas en disminuir el efecto látigo que se produce al momento de que un auto colisiona y pueden tener lesiones en el cuello y columna, estos apoya cabezas se pueden ajustar a la altura del conductor para mejorar el confort al momento de conducir.

Figura 11

Efecto Látigo producido por un siniestro



Nota. En la figura se denota como el apoyo de cabezas puede ayudar en gran manera a prevenir el efecto látigo producido en la columna vertebral del ser humano en un caso de inminente colisión.

Sistemas ADAS

La nomenclatura de estas siglas son (Advanced Driver Assistance Systems).

Básicamente lo que trata de hacer este sistema es el reducir la tasa de accidentes en carreteras y entornos urbanos, es la principal motivación en la investigación y desarrollo de esos sistemas de asistencia a la conducción, que buscan incrementar la seguridad global (tanto activa como pasiva) y aumentar las capacidades de respuesta a la conducción.

En los vehículos de hoy en día esos sistemas son bastante usuales ya que ofrecen una gran ayuda al conductor al momento del manejo. Históricamente el primer sistema de asistencia al conductor fue en un vehículo de serie el cual fue "Adaptive Cruise Control" que fue implementado en el año de 1995, específicamente en un auto de origen japonés, en ese entonces el punto negativo era que se colocaban

estos sistemas a vehículos de gama alta y de coste elevado, pero las grandes industrias automotrices viendo las necesidades de salvaguardar la salud de los ocupantes se vieron en la necesidad de implementar estos sistemas en vehículos de gama media, media baja, así mejorar la seguridad al momento de conducir.

(Anónimo, 2018)

Sistema de luz diurna DRL

Al momento de conducir se necesita que otros conductores de igual manera lo vean, es por esto la necesidad de incursionar con las luces Diurnas. Según la Dirección de Tráfico de España y otros organismos, en el caso de conducir con las luces encendidas hay una posibilidad de reducir en un 5% el riesgo de tener que pasar por un accidente, realmente es un porcentaje bajo, pero teniendo en cuenta que uno de cada veinte accidentes podrían evitarse si el auto cuenta con el sistema DRL. En términos actuales la mayoría de autos vienen incorporados con este sistema de luces diurnas que se activan al momento de encender el auto y ponerlo en marcha.

Figura 12

Sistema de luces diurnas



Nota. En la figura se observa como son las luces diurnas en el vehículo.

Sistema de visión (reversa)

Los sistemas ADAS básicamente son asistentes de conducción, para el caso del sistema de visión de reversa su función es mejorar la visibilidad en un aproximado de 45% y tiene como meta reducir los roces o colisiones “leves” al momento que se realicen maniobras de parqueo o que la marcha de reversa se vea implicada. En los Estado Unidos de América desde el año 2018 es una norma que los autos vengan incorporados con este sistema para prevenir percances.

Se realizó un estudio por parte de la fundación para la seguridad el cual consta de un análisis a 17 modelos de 11 fabricantes de vehículos que incorporan estos sistemas en sus unidades y el resultado arroja lo siguiente:

- En vehículos sedanes mejora la visibilidad en un 36%
- En vehículos Hatchback mejora la visibilidad en un 75%
- En pick ups (camionetas) y SUV se mejora hasta en un 40%

Figura 13

Sistema de visión (Reversa)



Nota. En la figura se puede indicar el funcionamiento de sistema de visión (reversa) con las

líneas guías que ayudaran al conductor a calcula mejor los espacios al momento de realizar maniobras de aparcamiento.

Sistema de estacionamiento asistido

La finalidad de este sistema es de ayudar al conductor al momento de realizar maniobras de parqueo de su auto, funciona perfectamente en conjunto con el sistema de reversa, el sistema de estacionamiento asistido consta de sensores ultrasónicos y de un aviso visual o sonoro que ayuda a tener un estimado de la distancia del vehículo con una persona, animal y objeto. El sistema de estacionamiento tiene más funciones como medir con buena precisión el espacio que el conductor tiene disponible para realizar la maniobra al momento de parquear

Figura 14

Sistema de estacionamiento asistido



Nota. En la figura se muestra cómo actúa el sistema de estacionamiento asistido, alertando al conductor sobre posibles obstáculos al momento de aparcar el coche mediante sensores posteriores y alertas auditivas.

Sistema de control de presión de neumáticos (TPMS)

El sistema TPMS es un dispositivo el cual su función es de medir de forma monitorizada y permanente el nivel de presión que lleva el neumático, de igual manera en ciertos casos se puede medir la temperatura a la cual está sometido el neumático de igual manera en tiempo real.

En el continente Europeo desde el año 2014 es obligatorio que las unidades cuenten con este sistema, pero existen 2 tipos de métodos para poder detectar el nivel de presión de los neumáticos del auto.

- Directo: Para este método es necesario contar con un sensor que es alimentado por la batería el cual está encargado de medir la presión absoluta del aire que se genera dentro de la cavidad del neumático.
- Indirecto: En este método se utiliza sensores de velocidad de la rueda, estos están internamente dentro del sistema de freno antibloqueo o en sus siglas ABS, esto para medir la presión del neumático cuando esté trabajando logre detectar cambios de velocidad.

Figura 15

Sistema TPMS



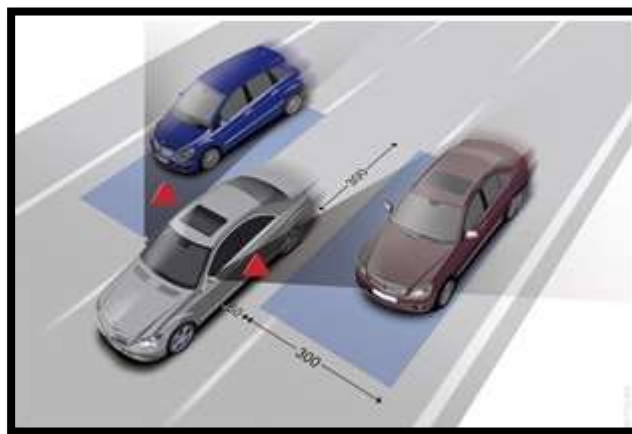
Nota. En la figura se indica el funcionamiento del sistema TPMS en un vehículo.

Sistema de detección de punto ciego (BSD)

Este sistema es novedoso y muy importante ya que permiten visualizar los famosos puntos ciegos que son puntos que en el retrovisor convencional no se pueden observar. El detector de punto ciego (BSD por sus siglas en inglés) alerta al conductor si existe un vehículo u objeto en ese ángulo en el cual en los retrovisores no se logra visualizar. El sistema tiene más funcionalidad principalmente en cambios de carril, curvas y en sobrepasos, es muy importante este sistema abordo ya que se beneficia el conductor y de igual manera los transeúntes, ciclistas, motociclistas que en ocasiones se ven perjudicados por accidentes por falta de visión de parte de los conductores.

Figura 16

Sistema de detección de punto ciego (BSD)



Nota. En la figura se muestra el funcionamiento del sistema de punto ciego (BSD) que ayuda a realizar maniobras de manera más segura a la hora de practicar la conducción.

Sistema asistido de luces nocturnas

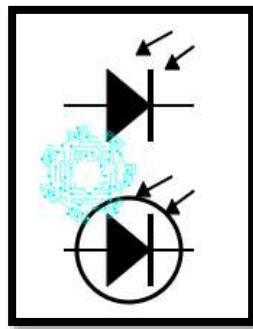
Este sistema es muy importante ya que permite integrar un pequeño sensor de luminosidad que puede ir en una parte visible del habitáculo, normalmente este sensor se

trata de un fotodiodo (diodo y un material semiconductor) de tal manera que este es excitado por la luz y produce corriente eléctrica.

Cuando hay poca luz, la corriente tiende a disminuir o cesar completamente y es ahí cuando un microprocesador enciende las luces de cruce y cuando existe presencia de luz las apaga de nuevo.

Figura 17

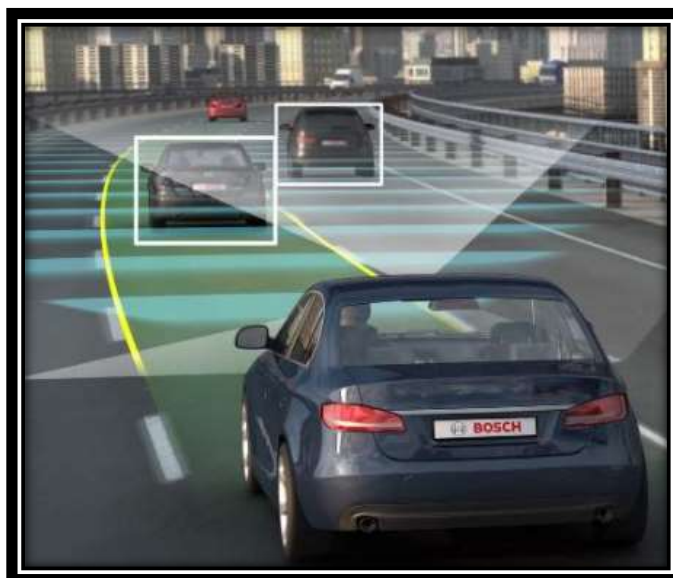
Fotodiodo



Nota. En la figura se muestra la simbología del fotodiodo

Ventajas de los sistema ADAS

Todas las cosas tienen sus ventajas y desventajas y los sistemas ADAS no son la excepción, a continuación se denota las ventajas que van a tener los vehículos con estos sistemas a bordo.

Figura 18*Sistemas ADAS*

Nota. En la figura se muestra cómo interactúan los sistemas ADAS al momento de realizar una correcta conducción.

Uno de los objetivos que se propone la conducción autónoma es reducir el número de víctimas por accidentes de tráfico. La mayor parte de los incidentes que se producen en la carretera tienen causas humanas, siendo la velocidad, las distracciones y el consumo de alcohol las conductas más peligrosas al volante y que comportan más colisiones. La aparición de los coches autónomos contribuiría a reducir estos comportamientos y a mejorar nuestra seguridad.

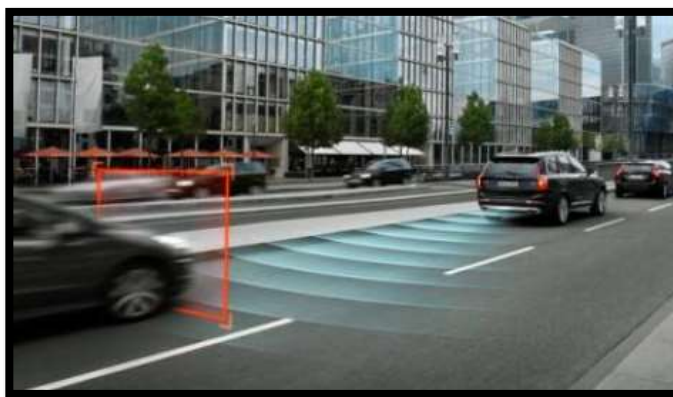
Aquellos colectivos más vulnerables que en muchos casos se ven incapacitados para conducir tendrán la posibilidad de poder desplazarse sin ningún problema. El cumplimiento de las normas de tráfico y la reducción de las distracciones por parte de estos asistentes harán que la conducción sea más eficiente y que se reduzcan, en

gran medida, los atascos en las grandes ciudades.

En el caso del transporte de mercaderías, la conducción autónoma permitirá al conductor no tener que pararse, ni a repostar ni a descansar, por lo que el tiempo y los viajes de este sector se agilizarán notablemente (Anónimo, LA VANGUARDIA , 2019)

Figura 19

Sistema de sensores en sistemas ADAS



Nota. En la figura se muestra el funcionamiento de los sensores de proximidad al momento de realizar una maniobra de parqueo, alertando al conductor sobre un posible obstáculo cerca.

Inconvenientes de los sistemas ADAS

La tecnología cada vez se innova más, no hay que olvidar que está creada y desarrollada por el hombre, por tanto, no es una ciencia exacta o perfecta. El margen de error o fallo existe pero al desaparecer el volante y los pedales la intervención humana es nula. Este es el máximo inconveniente que presenta este tipo de tecnología.

En segundo lugar, destacan los problemas que pueden haber relacionados con los

seguros. Es decir, en caso de accidente, si los dos vehículos son autónomos a quien se hace responsable del accidente. (Anónimo, LA VANGUARDIA , 2019).

Capítulo III

Elementos y control de sistemas ADAS

Características y requerimientos generales de los sistemas

Los sistemas que se van a implementar tienen el objetivo de cumplir su propósito el cuál será de alertar al conductor ante un posible obstáculo que se pueden presentar durante el trayecto de un punto A hacia un punto B, estas alertas serán tanto audibles como visibles y deben cumplir ciertos requerimientos que aseguren su funcionamiento adecuado, estos se detalla a continuación:

- Visualizar en tiempo real los datos arrojados por los sensores implementados en el vehículo.
- Servirán para la detección de manera correcta y precisa los obstáculos que se presenten en el camino del vehículo, al momento de realizar maniobras de parqueo.
- Control a tiempo real de los diferentes indicadores visibles y de audición, esto para alertar al conductor de posibles obstáculos cercanos al auto.
- Los distintos sistemas ADAS a implementar deben ser inmunes a posibles interferencias eléctricas de algunos elementos propios del vehículo.
- No interferir en el funcionamiento habitual del vehículo.

Selección y descripción general de los sistemas

Los sensores que van a ser implementados tienen sus características y a continuación en la siguiente tabla se detalla los aspectos más importantes de los mismos.

Tabla 6*Características de los sensores ultrasónicos*

Tipo de sensor	Ventajas	Desventajas
Ultrasónicos	<ul style="list-style-type: none"> • Distancia de detección aprox hasta 5m. • Costo de adquisición asequible. • El mantenimiento es mínimo. 	<ul style="list-style-type: none"> • No aplica para distancias mayores a 5m. • Tanto la humedad y polvo son factores que influyen directamente en el funcionamiento de los mismos.

Control de presiones (sistema TPMS)

El sistema TPMS (Tire Pressure Monitor System) es el encargado de monitorear electrónicamente en tiempo real la presión en cada uno de los neumáticos del vehículo, dicho sistema advierte al conductor mediante una señal luminosa y acústica que uno o más de sus neumáticos se encuentran desinflados, es decir, por debajo de un 25 % a la presión programada en el sistema para la operación.

El sistema de monitoreo de presión de neumáticos TPMS está constituido por un sensor y una válvula incorporados en un mismo mecanismo, dicho tipo de tecnología se divide en 2 categorías: Los sistemas TPMS indirectos y TPMS directos. La principal diferencia es la forma en la que el mecanismo mide la presión, debido a que en los sistemas del tipo TPMS directo el sensor se encuentra ubicado dentro del neumático, por lo que su medición es más precisa, mientras que el tipo TPMS indirecto toma la información de a través de una

aproximación realizada de manera indirecta usando diferentes datos de los sensores del sistema ABS, sin embargo también existe un sistema directo universal novedoso que utiliza sensores externos ubicados en las válvulas de la cámara del neumático.

Figura 20

Sensores de presión de neumáticos TPMS



Nota. En la figura se observa los sensores de presión de llantas externos que se utilizarán en el vehículo en el cuál se basa esta investigación.

Para que la información se transmita el sistema TPMS utiliza tecnología de radio frecuencia RF mediante lo cual la PCM (Computadora del Vehículo) recepta la información en cuanto a la presión y otras variables, los sensores son instalados de manera independiente en cada neumático, además es necesaria una programación sobre el módulo o computadora para poder identificar cada sensor e interpretar su información. Una vez que la luz testigo del sistema permanece encendida es señal que uno o varios neumáticos se encuentran por debajo de la presión óptima por lo que se aconseja que el conductor realice una inspección de manera inmediata o en el menor tiempo posible con el objetivo de reestablecer la presión dentro del rango óptimo.

Figura 21

Indicador de presión de neumáticos a bordo



Nota. En la figura se observa el módulo indicador de la presión de los neumáticos, en este módulo se podrá observar la presión y temperatura de las llantas, cuando la presión o temperatura estén por debajo o por encima del rango normal, se emitirá una alerta auditiva para alertar al conductor que algo no está normal.

(Anónimo, Auto Avance, 2014) En los Estados Unidos a partir del 01 de Septiembre de 2007, la implementación del TPMS es obligatoria (Ley TREAD) para los vehículos de pasajeros y van cargo hasta 10.000 libras, a nivel de Latinoamérica también se puede encontrar en vehículos de gama media y alta a partir de los años 2008 en adelante.

Sin embargo, como influye el sistema TPMS en cuanto a seguridad y economía de combustible:

- Seguridad: Estudios previos han demostrado que un neumático puede reducir su presión por debajo de la mitad del valor óptimo sin que siquiera se note a simple vista

por lo que aspectos como frenado equilibrado, dirección y estabilidad del coche están relacionados directamente con la presión de los neumáticos.

- Economía de combustible y disminución de Emisiones: El ahorro de combustible o el consumo óptimo de combustible está relacionado directamente con una presión correcta en los neumáticos ya que si dicha presión cae por debajo de los valores óptimos afecta el rendimiento de km/gl recorridos, por lo que al hablar de un mayor consumo de combustible también se hace referencia a un aumento en los gases contaminantes producto de la combustión y las autoridades competentes cada vez son más exigentes en cuanto a reducción de emisiones contaminantes.

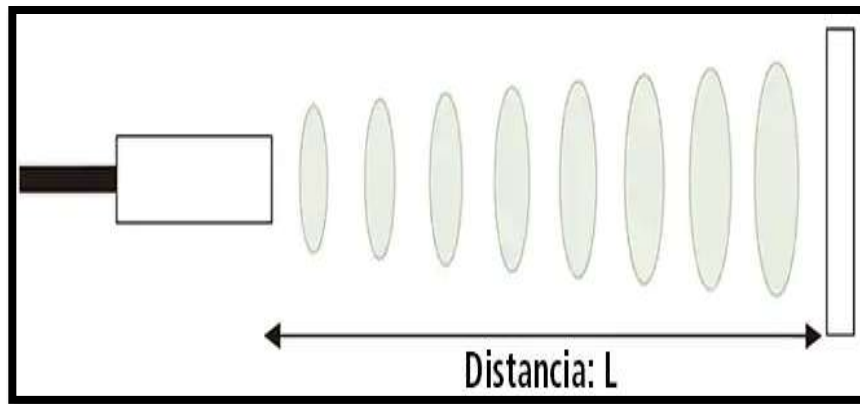
Control de distancia (sistema de proximidad)

Los sensores de proximidad son sensores ultrasónicos y tienen una gran ventaja por la accesibilidad tanto en temas económicos, de manejo e instalación y de buena asequibilidad en el país, así mismo posee desventajas las cuales son las distancias de funcionamiento de detección de objetos que para el presente proyecto son sensores de un rango de uso de 3 metros.

Esos sensores ultrasónicos son los encargados de medir la distancia, esto lo realizan mediante ondas ultrasónicas. Para su funcionamiento básicamente el cabezal del sensor emite una onda ultrasónica de igual manera recibe la onda que es reflejada y retorna del cuerpo, de igual manera estos sensores ultrasónicos miden la distancia con el cuerpo contando el tiempo que transcurre entre la emisión y la recepción.

Figura 22

Funcionamiento de sensores de proximidad ultrasónicos



Nota. En la figura se observa como recepta las ondas los sensores ultrasónicos del sistema de parqueo.

Estos sensores ultrasónicos usan un componente ultrasónico que es único para la emisión y la recepción. Este componente es un sensor ultrasónico de modelo reflectivo, esto quiere decir que un oscilador es el encargado de emitir y recibir las ondas ultrasónicas de manera alternativa, con este proceso es por el cual se logra la disminución considerable de tamaño del cabezal del sensor.

Para la selección del sensor se realiza un cálculo de la distancia el cuál se lo hace con la siguiente fórmula:

Ecuación 1

Longitud de trabajo del sensor ultrasónico

$$L = \frac{1}{2} * T * C$$

Dónde L = Distancia

T = tiempo

C = velocidad del sonido

$$L = \frac{1}{2} * 343 \frac{\text{m}}{\text{s}} * 0.017499\text{s}$$

$$L = 3.001 \text{ m}$$

El sensor seleccionado para el presente proyecto tiene una cierta resistencia a la niebla, lluvia y suciedad producida por partículas de polvo, dependiendo de la cantidad de los factores previamente mencionados afectarán de manera más notoria el funcionamiento de los sensores de proximidad.

Control de sistema de luces diurnas (DRL)

Las luces DRL normalmente duran mucho más que la luz de cruce normal que se encuentra habitualmente en los autos, incluso los vehículos que incorporan diodos LED pueden llegar a tener una durabilidad superior a la del propio vehículo, una de las ventajas de estas luces es que afecta mínimamente el consumo de combustible, esto gracias a que los leds tienen un consumo eléctrico bastante bajo.

Figura 23

Tipos de luces diurnas DLR



Nota. En la figura se observa las barras LED que se usan para dar vida al sistema DLR.

Para la selección las luces diurnas de este proyecto se tomaron como referencia el reglamento de la unión Europea, normativa ECE R48 y ECE R8. Estas luces funcionan con 12V, además la estética deber ser diferente a las luces convencionales de manera que se diferencien del resto de luces a bordo del auto, adicionalmente cuentan con ventajas tales como:

- Las luces DRL disminuyen el riesgo de sufrir algún siniestro en ciertos casos que puedan presentarse.
- Aumenta la visibilidad del auto al resto de vehículos que transitan por la vía.
- Las luces DRL le dan un aspecto mucho más moderno al vehículo.

De igual manera un vehículo que circula con el sistema DRL o con las luces convencionales la distancia de visualización será la misma, caso distinto si el vehículo está circulando sin alumbrado, la distancia a la que se percibirá el vehículo variará dependiendo del color del auto. Esto dependerá de la hora de circulación, en la mañana tendremos lo siguiente:

- Vehículos de color negro – visualización a 70 m
- Vehículos de color gris – visualización a 120 m
- Vehículos de color blanco – visualización a 160 m

Para el medio día es:

- Vehículos de color negro – visualización a 130 m
- Vehículos de color gris – visualización a 220 m
- Vehículos de color blanco – visualización a 230 m

Mientras que para las noches la visibilidad baja considerablemente, ejemplo:

- Vehículos de color negro – visualización a 30 m
- Vehículos de color gris – visualización a 90 m
- Vehículos de color blanco – visualización a 100 m

Por otra parte si un vehículo cuenta y circula con las luces DRL, se puede apreciar al vehículo a cualquier momento del día sea mañana, tarde o noche y tienen una similitud la cual se puede visualizar el vehículo a una distancia de 240 metros, de tal manera que nos ofrece una mayor visión del auto y por ende un margen más grande en el aspecto de seguridad.

Adaptación de sistema de visión (Reversa)

Actualmente las cámaras de reversa y los denominados retrovisores cámara se han convertido en los sistemas de seguridad más populares para ayudar a detectar los obstáculos detrás del vehículo durante la maniobra de reversa.

Los retrovisores cámara o retrovisores digitales ya no solamente forman parte de los vehículos de alta gama sino que también se los puede encontrar en sus versiones universales listos para ser adaptados en cualquier modelo de vehículo, solamente hará falta una señal de voltaje al momento de ejecutar la acción de reversa para comenzar con su uso. Si bien es cierto los espejos retrovisores ubicados en los costados laterales del vehículo sirven como apoyo se genera un punto ciego en la parte trasera del vehículo debido a que las cajuelas obstruyen la visibilidad al ojo humano en un rango de 3 a 4 metros, para combatir este punto ciego, el sistema de visión de reversa mejora la visibilidad en los vehículos tipo sedán en un 36%, en los hatchbacks un 75%, mientras que en los pick ups y SUV'S perfecciona la perspectiva trasera en un 40%.

Como características principales de este sistema se tiene lo siguiente:

En promedio se estima que la ayuda en cuanto a la visibilidad y detección de obstáculos en la maniobra de reversa se mejora en un 46 % con la implementación del sistema de visión de reversa.

El retrovisor del habitáculo tiene como objetivo ayudar a complementar 180 ° en cuanto a la visión de la parte trasera del vehículo, es por ello que al implementarse una pantalla en este elemento es estratégico ya que el conductor hará la misma maniobra, en el mismo lugar con mayor efectividad.

A pesar de que este sistema ayuda a localizar lo que se encuentra en la parte posterior del vehículo no es efectivo en un 100 % por lo que es recomendable que en sitios extremadamente complicados se verifique personalmente los obstáculos.

En condiciones de lluvia o nieve, estos elementos pueden impedir el correcto funcionamiento del lente de la cámara, por lo que el conductor deberá mantener limpia la cámara ante las inclemencias del tiempo.

Los sistemas de visión trasera deben cumplir las especificaciones mínimas de calidad de imagen impuestas por la NHTSA.

Control de sensor de luz NMD

El sistema NMD siglas es el encargado de controlar de manera inteligente las luces, dicho sistema integra un detector optoelectrónico que básicamente detecta la cantidad de luz o luminosidad del entorno en donde el vehículo se encuentra circulando. Cuando el sensor detecta cierta cantidad de luz se encarga de activar automáticamente las luces, generalmente este sensor se encuentra ubicado en el parabrisas en su parte superior central ya que es un lugar donde no afecta a la visibilidad del conductor y se pueden percibir todos los cambios de luz que ocurren alrededor del vehículo.

Figura 24

Sensor optoelectrónico NMD



Nota. En la siguiente figura se observa el funcionamiento del sensor NMD el cual capta la luz, de tal manera que cuando no hay luz activa las luces automáticamente.

Gracias a la implementación y desarrollo de esta tecnología a sido posible obtener de manera precisa las condiciones luminosas alrededor del vehículo de manera eficiente, incrementando así la seguridad a medida que aumenta el confort y así es posible evitar distracciones al volante u olvidos de encender las luces corriendo riesgo de no ser vistos por otros conductores o peatones en condiciones de poca luz o visibilidad.

En cuanto a su funcionamiento el sensor de luz cuenta con las siguientes características:

- Capta longitudes de onda especiales gracias a un cristal filtrante antepuesto que incorpora en su mecanismo y así es como distingue entre luz natural y artificial.
- Otra característica a destacar es que es capaz de medir la cantidad de luz del entorno.
- De sus sensores uno es de amplio radio de acción y registra información en cuanto a la cantidad de luz alrededor del automóvil, mientras que el sensor de pequeño radio de acción capta la intensidad de luz frente al coche.
- Su voltaje de funcionamiento es de 12V.

Mediante toda la información recopilada el sistema mediante un algoritmo decidirá si enciende o apaga las luces, uno de los requisitos es que el switch de encendido del vehículo se encuentre en contacto para que el sistema entre en funcionamiento, el sensor deberá encontrarse encendido, para que las luces altas se enciendan el vehículo deberá encontrarse en condiciones de poca luz y con el freno de mano desactivado, mientras que para encender las luces bajas o de posición el vehículo deberá encontrarse en condiciones de poca luz y con el freno de mano activado y por último para que el sistema apague las luces de manera automática el vehículo deberá encontrarse en condiciones de luz suficiente, es importante acotar que la palanca de luces tiene efecto sobre el sistema NMD por lo que si se desea que el sistema funcione de manera totalmente autónoma la palanca de luces deberá permanecer en la posición de OFF.

Control de punto ciego sensor BDS

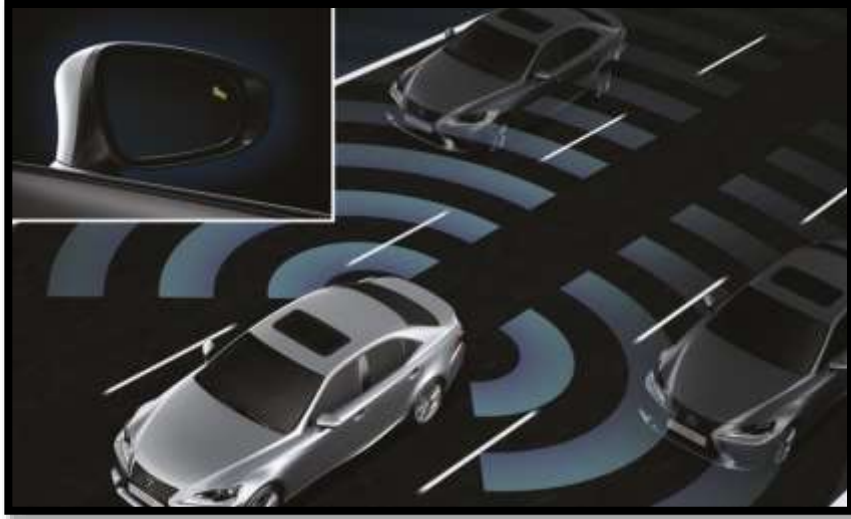
El sensor de punto ciego o sensor BSD es fundamental a la hora de practicar una conducción adecuada ya que nos alertan de posibles objetos que pueden llegar a impactar al vehículo si realizamos una mala maniobra al momento de estar conduciendo.

Este tipo de tecnología hay variado en el mundo automotor, existen vehículos que vienen ya instalados de fábrica este tipo de asistente, otros que son para carga pesada para conectarlos directamente para el remolque y otros que requieren auto instalación para su funcionamiento, es el caso del kit de sensor BSD que se ha adquirido para este proyecto de investigación ya que tiene algunas características importantes tales como:

- Cuenta con dos radares de microondas de 24 GHz, ambos colocados en la parte trasera del auto para captar las señales de algún objeto y alertar al conductor.
- Funciona con 12V de alimentación y cuenta con ip67 resistente al agua y al polvo de tal manera que el sistema trabaje en cualquier condición climática.
- Cuenta con 2 monitores de región ciega (luz LED), un buzzer para emitir el sonido, los módulos de luz led emiten la señal en un radio de 32.8 ft.

Figura 25

Rangos de operación del sensor BSD



Nota. En la siguiente figura se observa como es el funcionamiento del sensor el cuál funciona con radares que captan la frecuencia de objetos en el punto ciego del vehículo.

Capítulo IV

Implementación, ensamblaje y análisis de resultados

Instalación del sistema

En este capítulo se describe el proceso de instalación, ubicación y pruebas que se realizaran a los diferentes componentes que se implementan en el vehículo. En la imagen se aprecia cómo está el vehículo estándar sin ningún tipo de asistente tal y como viene de fábrica.

Figura 26

Vehículo Chevrolet Aveo sin sistemas ADAS



Nota. En la siguiente figura se observa el vehículo en el cual se va a trabajar en la presente investigación.

Montaje e instalación de los sensores.

Para asegurar el correcto funcionamiento de los sensores a implementar seleccionados previamente se debe hacer una limpieza del vehículo para que las partículas

de suciedad, polvo y demás no interfieran o afecten directamente el funcionamiento de los mismos.

Sensores de presión de Neumáticos (TPMS). Para la instalación de estos sensores no será necesario el uso de herramienta especializada ya que en el mismo kit viene la herramienta de montaje para su correcta instalación.

Figura 27

Elementos de instalación del sistema TPMS



Nota. En la figura se observa los componentes que conforman el sistema de sensores del TPMS.

Para su correcta instalación primero se debe asegurar que las válvulas de los neumáticos estén en buen estado, luego se procede a introducir una de las arandelas de seguridad, teniendo cuidado de no introducir mal para no dañar la rosca.

Figura 28

Arandela de seguridad del sistema.



Nota. En la figura se observa cómo se debe colocar la arandela de seguridad en la válvula de la llanta del auto.

Una vez que este colocada la arandela de seguridad se debe colocar el sensor exterior dentro de la llanta teniendo en cuenta que cada sensor tiene una nomenclatura la cual define en que llanta debe ir colocado siendo lo siguiente:

- FL = Frontal izquierda
- FR = Frontal derecha
- RR = Trasera derecha
- RL = Trasera izquierda

Figura 29

Sensores de presión de neumáticos.



Nota. En la figura se observa la denominación de los 4 sensores de presión.

Una vez definido los lugares correctos de los sensores se procede a enroscar dentro de la válvula del neumático cada sensor como se indica en la figura 30.

Figura 30

Ubicación de los sensores en las ruedas del vehículo.



Nota. En la figura se observa los sensores ya colocados en los neumáticos del vehículo.

Cuando esté colocado el sensor asegurar con la llave (específica para la arandela de seguridad), girarla en sentido opuesto a las manecillas del reloj hasta que haga presión con el sensor y este asegurado totalmente.

En el módulo de visualización del sensor TPMS se puede visualizar claramente tanto la presión como la temperatura a las que están trabajando los neumáticos del vehículo, así como la hora del día, de igual manera se puede configurar este módulo dependiendo de las necesidades del dueño, en este caso se puede cambiar la presión si se requiere en Psi o bares, también la temperatura si se desea que le muestre en grados Celsius o grados Kelvin, de la misma manera se puede configurar la presión y temperatura máxima y mínima que desea que tenga el vehículo, cuando ya sea la temperatura o la presión excedan o estén bajo el límite el módulo dará una señal auditiva para alertar al conductor que algo no va bien con sus neumáticos.

Figura 31

Panel de control del sistema TPMS



Nota. En la figura se indica como salen las lecturas en el control visual del sistema de monitoreo TPMS.

Este módulo de igual manera cuenta con un cargador solar incorporado, pero además cuenta con un puerto USB que permita cargarlo de manera directa desde el vehículo, hay que tener en cuenta que funciona con 5V DC.

Sensores de proximidad (asistente de parqueo). Para la implementación de estos sensores se necesita hacer un análisis del lugar dónde se lo puede ubicar, para el caso de esta investigación se lo ubico en la parte lateral trasera izquierda el módulo de control que es el que hace funcionar a todo el conjunto tanto sensores como monitor de aviso y alerta.

Figura 32

Elementos de instalación del sistema de asistencia de parqueo.



Nota. En la figura se observa los componentes que conforman el sistema de asistencia de parqueo.

Una vez con el conjunto completo, se necesitara perforar la carrocería del auto con la broca que viene en el kit y la ayuda de un taladro se procede a realizar los agujeros dentro de la carrocería, teniendo en cuenta que estos sensores de igual manera tienen un orden de instalado.

Figura 33

Perforación de la carrocería.

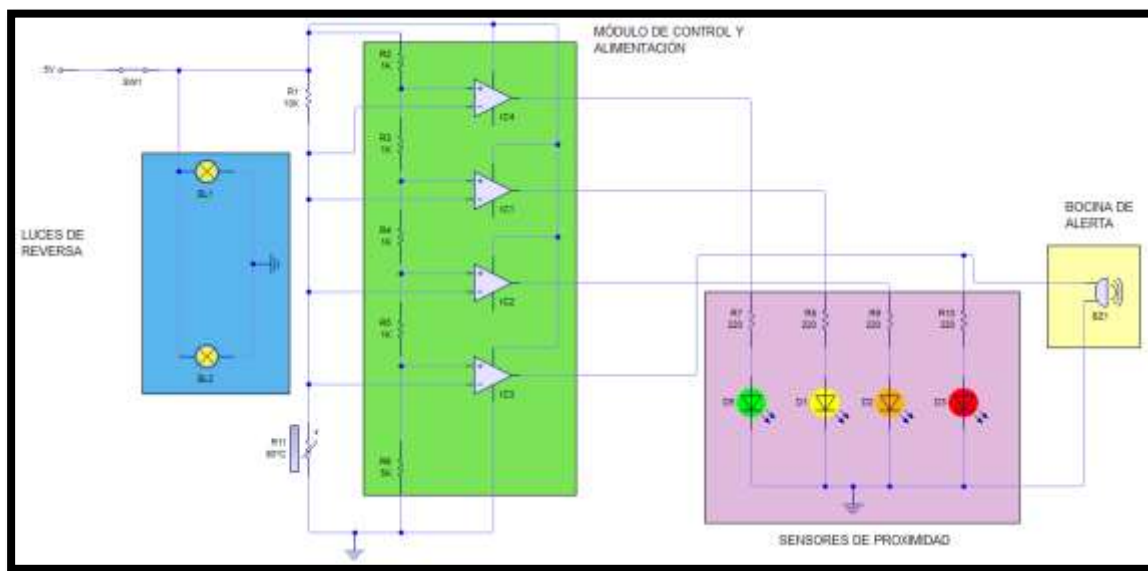


Nota. En la figura se observa como se debe perforar la carrocería con la broca que viene en el kit para que los agujeros sean exactos.

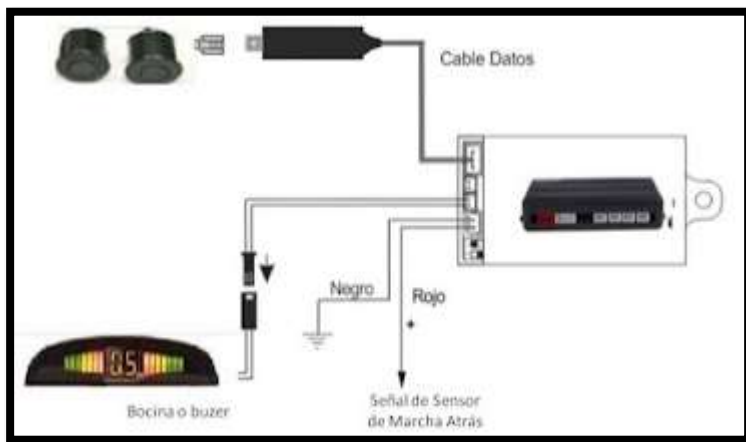
Este kit está compuesto por sensores ultrasónicos un módulo de alimentación, un monitor de alerta, el cableado, la broca para agujerear la carrocería del auto. Para las conexiones se debe conectar un cable de datos o transmisión a cada uno de los sensores, esto de igual manera se lo conecta al módulo de alimentación el cual cuenta con 4 puertos para los 4 sensores, de igual manera se hace la conexión debida entre el cable rojo (señal) con el cable del retroceso, de tal forma que todo el conjunto entre en funcionamiento cuando el conductor inserte la marcha hacia atrás, así mismo se realiza la conexión a tierra y por último se hace la conexión del monitor de alerta de igual manera se pasa el cable por el techo del auto por estética y se coloca al puerto que tiene en el módulo de alimentación.

Figura 34

Circuito del sistema de asistencia de parqueo.



Nota. En la figura se observa el circuito de funcionamiento de este sistema en el software Livewire.



Una vez instalado y hecho las conexiones pertinentes debemos asegurarnos del funcionamiento del mismo para posteriormente realizar las pruebas pertinentes que corresponden a este accesorio.

Figura 35

Ubicación de los 4 sensores de proximidad.



Nota. En la figura se indica el resultado de las perforaciones y los sensores colocados en su posición para sensar los obstáculos.

Sensor BDS.

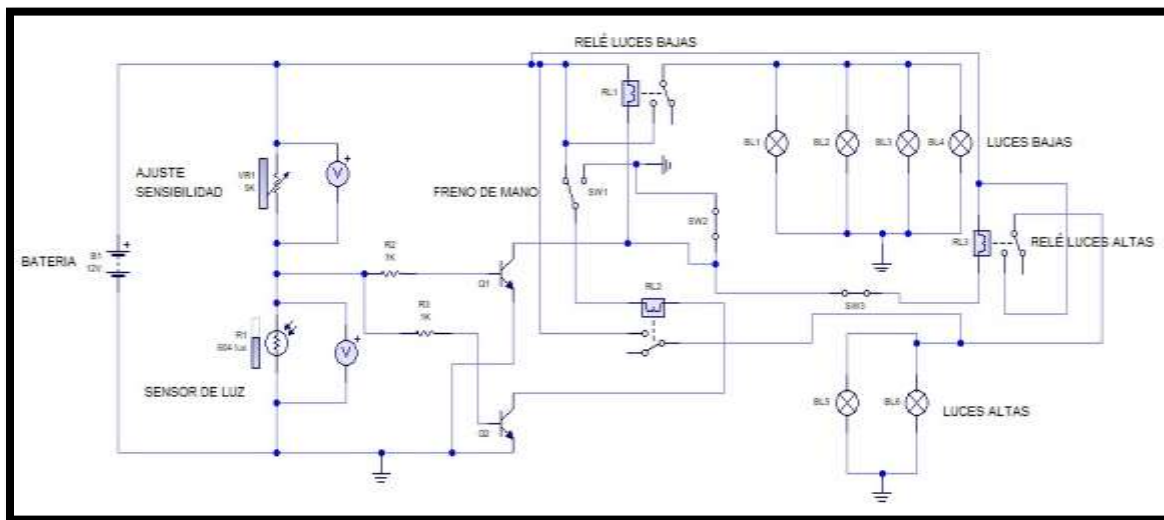
Figura 36

Elementos de instalación del sistema BSD o punto ciego.



Nota. En la figura se observa los componentes que conforman el sistema BSD.

Figura 37



Nota. En la figura se observa el circuito de funcionamiento de este sistema en el software Livewire.

Para la implementación del presente sistema de asistencia es necesario desmontar el paragolpes posterior del vehículo, de esta manera es posible la instalación y posterior calibración de los radares fijado en la carrocería del vehículo.

Figura 38

Desmontaje del parachoques.

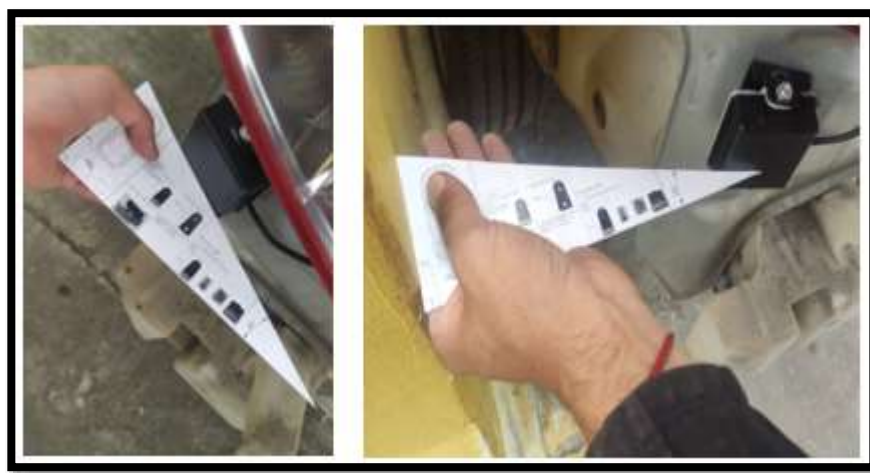


Nota. En la figura se indica el desmontaje del parachoques del auto y la colocación de los radares en las partes laterales del mismo.

Para su calibración es necesario que los radares tengan una inclinación de 20° respecto a la vertical del paragolpes, esto con la finalidad de recibir la señal de los vehículos, transeúntes y objetos en movimiento que se acerquen al vehículo por las partes laterales posteriores del auto y así alertar al conductor de la presencia de dichos objetos antes de ejecutar una maniobra de cambio de carril, virar en una esquina, abrir la puerta, salir de un estacionamiento, etc...

Figura 39

Calibración de los radares.



Nota. En la figura se indica cómo se gradúan los radares (sensor) para que tengan el ángulo correcto, esto se lo realiza con una regla que viene en el kit.

Una vez colocado y calibrado los radares se proceden a realizar las conexiones por la carrocería del vehículo, teniendo en cuenta que hay cables que deben ir conectado a la luz de reversa, direccionales y puertos de conexión de los radares.

Figura 40

Cableado parte posterior del auto.



Nota. En la figura se indica la instalación del cableado.

Posteriormente para hacer posible el reconocimiento de objetos acercándose lateralmente al vehículo cuando éste, se ha detenido y se abren las puertas para evitar un percance, es necesario conectar la línea de la señal de activación del testigo de la puerta abierta, para esto se lo hace conectándolo directamente al negativo del interruptor que genera la señal cuando se abre o se cierra la puerta tal y como se indica en la siguiente figura 40.

Figura 41

Conexión hacia la puerta lateral trasera del vehículo.

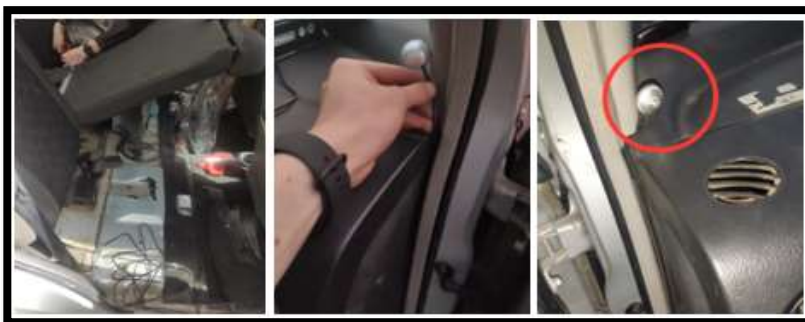


Nota. En la siguiente figura se observa la conexión que tiene hacia la puerta, para censar cuando la puerta está abierta y mandar una señal de alerta.

Una vez hechas las conexiones en la parte trasera y media del vehículo, se procede a instalar las extensiones de los cables de los leds de alerta visual que irán en la parte frontal del vehículo como se indica en la siguiente figura 41.

Figura 42

Indicador visual del sistema BSD.



Nota. En la figura se observa las conexiones realizadas y la alerta visual de este sistema.

Posteriormente se hace las conexiones tanto del buzzer que es el encargado de generar una alerta auditiva al momento de la activación del sistema, este se lo conecta al módulo del sistema y de igual manera se conecta el cable de alimentación que para este proyecto investigativo se lo conectó al contacto del vehículo y su respectiva línea de tierra como se muestra en la figura 42.

Figura 43

Conexiones del sistema BSD en la parte delantera del vehículo.



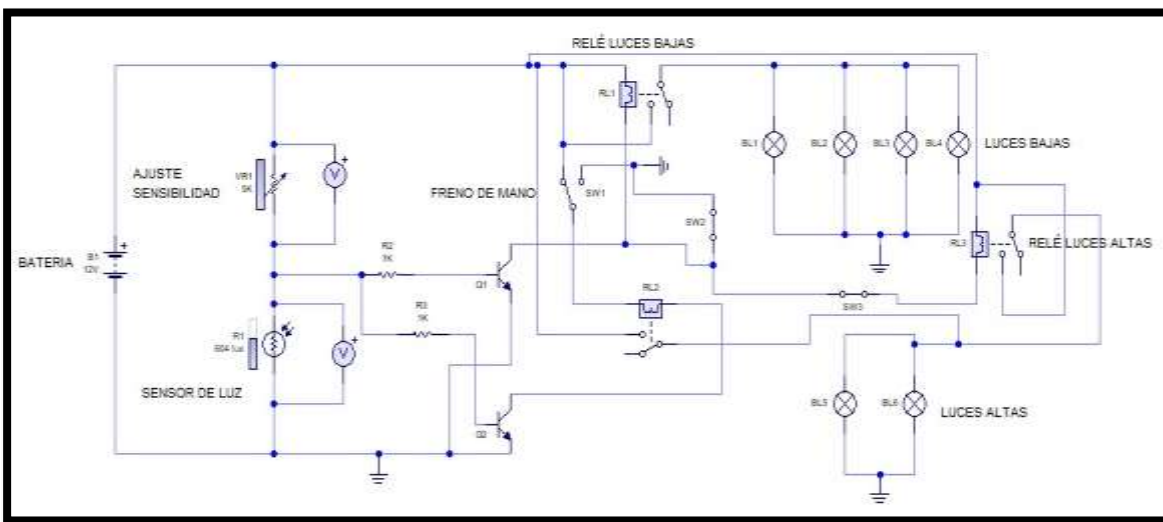
Nota. En la figura se observa la conexión del sistema BSD en la parte delantera del habitáculo.

Una vez instalado y probado todo el kit se procede al armado de los componentes del vehículo que fueron previamente desmontados para la instalación ya que estética y funcionalmente es recomendable ocultar el cableado debajo de los paneles del piso del vehículo para evitar cortocircuitos, cables arrancados, etc. que afecten al correcto funcionamiento.

Sensor de luces automáticas NMD. Para la implementación del presente sistema es necesario una fuente de voltaje y una conexión a masa y para su posterior activación se lo puede hacer mediante señal o masa. Para este caso el módulo cuenta con un cable negro que es del sensor de luz, el mismo que debe ser ubicado en la superior del parabrisas el cual es un lugar dónde se perciben los cambios de luz, el sensor cuenta con una cable de color rojo el mismo que trae un fusible de protección como se indica en el diagrama y enviará una señal mediante masa.

Figura 44

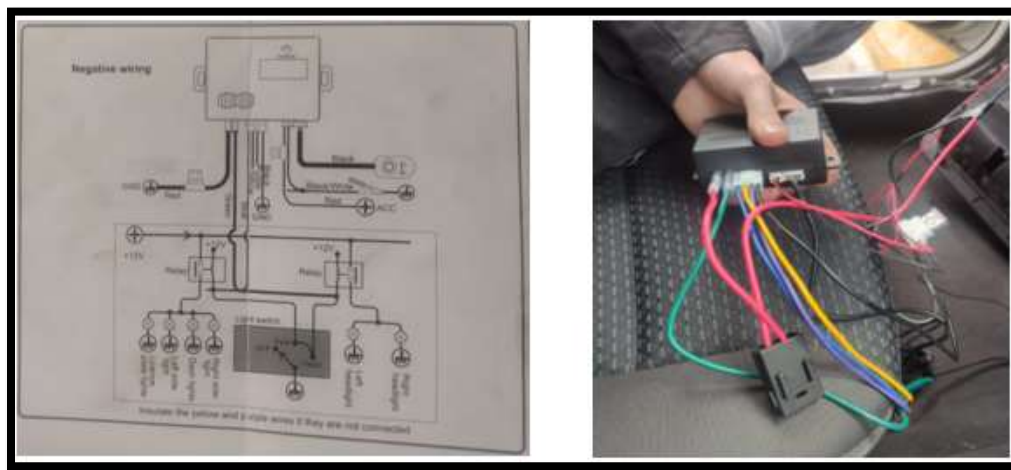
Circuito de conexión del sistema NMD



Nota. En la figura se observa el circuito de funcionamiento de este sistema en el software Livewire.

Figura 45

Conexiones del sistema de luz NMD.



Nota. En la imagen se indica la conexión del sistema NMD.

Seguidamente se procede a desmontar la fusiblera en dónde se encuentran los relés de luces, además se procede a identificar el relé de las luces altas y el relé de las luces bajas como se indica en la figura 45.

Figura 46

Relés de las luces del vehículo.

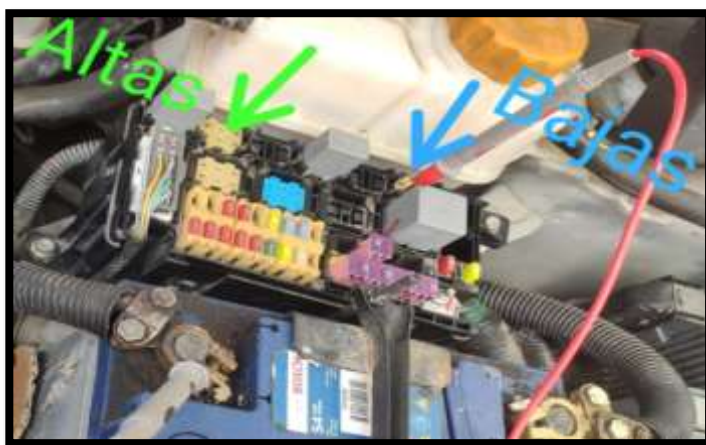


Nota. En la figura se indica identificación de los relés de las distintas luces de la fusiblera.

Una vez identificados dichos relés es importante comprobar la correcta activación de los mismos y que todas sus terminales de conexión estén en orden, para posteriormente conectar los cables de color verde y azul del módulo NMD en los terminales de alimentación negativa de los bobinados de los relés de luces altas y bajas respectivamente, es importante que se verifique la continuidad del cable negativo con la masa de la carrocería o negativo de la batería directamente ya que en este caso al tratarse de relés de 4 patas si invertimos al relé seguirá funcionando ya que su bobina requiere una excitación positiva y negativa para hacer la activación sin importar la polaridad por lo que en el vehículo Chevrolet Aveo efectivamente se encontraban invertido los relés, dicho esto se procede a identificar el terminal número 85 en el alojamiento que va el relé.

Figura 47

Identificación de luces altas y bajas del vehículo.

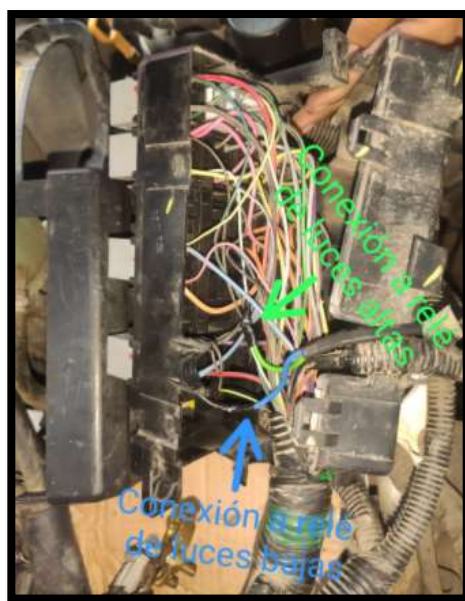


Nota. En la figura se muestra la identificación de luces altas y bajas del auto.

Se debe recordar que la activación o la señal que va a mandar el módulo es negativa, por lo que de esta manera se cierra el circuito para la activación de la bobina del relé y posteriormente se pueda producir el encendido de las luces automáticamente.

Figura 48

Conexiones de la fusiblera hacia el módulo de control.



Nota. En la figura se indica la conexión desde la fusiblera hacia el módulo.

La señal se generará cuando el sensor ubicado en la parte superior del parabrisas detecte poca luz. Además existe un cable de color negro/blanco que debe ir conectado en la masa del freno de mano ya que es mediante dicho negativo que se produce la alerta visual de la activación o no del freno de mano, esto con la finalidad de que cuando el sistema NMD se encuentre operando en situaciones de escasa luz y si el freno de mano está activado entonces las luces a encenderse serán las bajas, mientras que, si se baja el freno de mano y el testigo del mismo se apaga, las luces a encenderse serán las altas manteniendo las luces bajas encendidas también ya que se da por entendido que al bajar el freno de mano el vehículo se pondrá en circulación.

Figura 49

Conexión hacia el freno de mano.



Nota. En la figura se indica la conexión del freno de mano hacia uno de los puertos del módulo de control.

Otra ventaja de este sistema es que al apagar el vehículo las luces también se apagarán automáticamente, evitando así dejar las luces encendidas y el posterior agotamiento de la batería. Es importante acotar que el mando de luces queda totalmente habilitado para la activación y desactivación de luces de manera manual, además en el sensor de luz se cuenta con un interruptor de encendido y apagado.

Figura 50

Ubicación del sensor de luz en el vehículo.



Nota. En la figura se muestra la posición del sensor óptico de luz.

Montaje e instalación de los elementos de visualización y control.

Los elementos de visualización para este proyecto de investigación constarán de alertas visuales que se apreciarán en pantallas LED, alertas sonoras, selección de diferentes modos de operación que incorporan estos módulos como se observa en la figura 51.

Figura 51

Elementos de visualización y control del vehículo.



Nota. En la figura se indica los modos de uso de los sistemas de visualización y control.

En la figura 51 se observa el elemento de visualización de los sensores de proximidad (asistente al parqueo), este tiene indicadores visuales de colores, siendo verde una distancia prudente, naranja una distancia considerable y rojo alerta de proximidad muy cercana, de igual manera cuenta con alerta auditiva.

En la imagen se denota las diferentes configuraciones que tiene el dispositivo de asistente de reversa en dónde vienen algunas configuraciones tales como el registro, grabación, archivos y los ajustes, así mismo nos permite manipular el software dependiendo las necesidades del conductor, se puede igualmente activar la cámara delantera o posterior que fueron implementadas en el vehículo, tal y como se muestra en la figura 52.

Figura 52

Funciones del sistema de reversa.



Nota. En la figura se indica las funciones del sistema de reversa.

Figura 53

Activación del sistema de reversa.

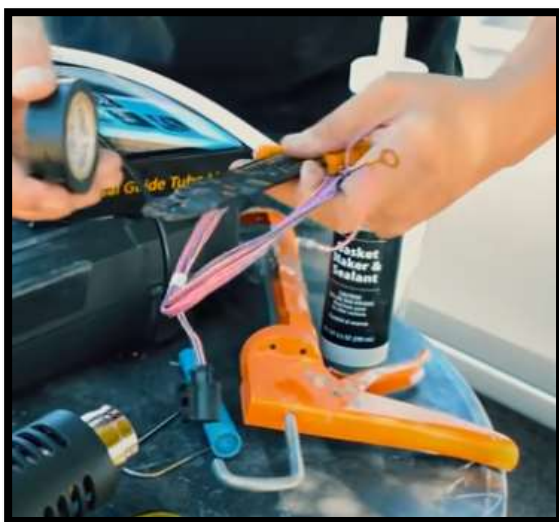


Nota. En la figura se muestra los sistemas de reversa activa cuando se coloca la marcha hacia atrás.

Luces Diurnas DRL. Para las luces LED o Sistema DLR se selecciona una tira Led de 60 cm con la función de blanco y Amarillo para las direccionales, en el conjunto se necesita cableado de 12V, herramienta para pelar los cables, un sellador para colocar en los faros del vehículo esto para prevenir que ingrese contaminación dentro de los faros y cinta aislante.

Figura 54

Herramienta para instalación del sistema DRL.



Nota. En la figura se observa la herramienta necesaria para poder manejar el cableado con seguridad.

Para el caso del vehículo Chevrolet Aveo, se retiran los pernos de sujeción de los faros y se los retira desconectando cuidadosamente los sockets de conexión de las luces tal y como se indica en la figura 55.

Figura 55

Conexiones del sistema DRL.



Nota. En la figura se observa las conexiones internas para el sistema DLR.

Posteriormente se procede a sacar los faros y a retirar el protector plástico de la carcasa, para esto se hace uso de un desarmador plano y con cuidado se introduce la punta entre la carcasa y el protector para retirarlo, esto viene cubierto con un pegamento parecido al silicón para evitar grietas por donde pueda ingresar la suciedad y el agua. Una vez que se retire todo el pegamento, se procede a realizar un agujero en la carcasa por dónde van a pasar los cables de conexión para su funcionamiento, posterior a esto se debe colocar la cinta de luz diurna DRL en la posición que se requiera, para esta investigación se ha optado por colocarla en la parte superior de adentro hacia afuera como se muestra en la figura.

Figura 56

Instalación de tira led en el faro delantero derecho.



Nota. En la figura se observa cómo queda instalada la tira de luz led en el faro delantero derecho.

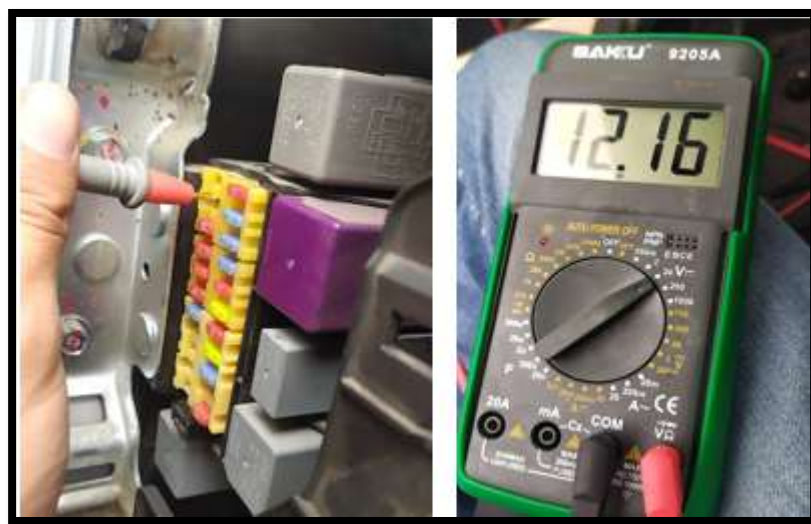
Una vez instalada la banda led se procede a dejar secar por unas horas el pegamento y se coloca en su posición habitual colocando los pernos de sujeción correctamente. Cuando este seco completamente se coloca un switch de encendido y apagado en el habitáculo del conductor al cual se va a empalmar los cables de cada cinta led.

Montaje e instalación de elementos complementarios

Para la instalación y conexión del sistema de visión de reversa y del sensor TPMS, se optó por conectar a un terminal de la caja de fusibles con un voltaje nominal de 12V tal como se indica en la figura 57, esto para que el sistema funcione cuando el vehículo este en contacto.

Figura 57

Medición del puerto de alimentación.



Nota. En la figura se observa la toma de medición de un puerto de alimentación en la fusiblera del vehículo, esto para dar alimentación al módulo del TPMS y a la cámara de reversa.

Para el control de voltaje se implementó un regulador de tensión de 12 DC a 5 DC, debido a que los sensores y accesorios de visualización funcionan con un voltaje nominal de 5V – DC y como se mencionó anteriormente el vehículo proporciona 12 V – DC, las conexiones se realizaron como de indica en la figura 58.

Figura 58

Regulador de tensión.



Nota. En la figura se observa el regulador de voltaje de 12V de corriente continua a 5V DC.

Esta conexión está ubicado debajo del reposa pies del conductor, esto por estética y seguridad para evitar la manipulación o incidentes por parte de los tripulantes, además el regulador de voltaje cuenta con un puerto USB para la conexión de la alimentación del accesorio de visualización del sensor TPMS, de esta manera también se evita el uso de encendedor de cigarrillos propio del vehículo ya que este puede ser utilizado para otros fines por parte de los ocupantes, así también cabe destacar que el regulador de voltaje empezará a funcionar y entregar tensión cuando el swtich del vehículo se encuentre desde la posición de accesorios, esto con la finalidad de evitar que el usuario ponga el vehículo en contacto y activar innecesariamente sistemas propios del auto y evitar un consumo de corriente innecesario. Además estos sistemas al tratarse de una conducción asistida de requerirá que el automóvil se encuentre encendido o en movimiento para que los sistemas ADAS

implementados entren a operar de una manera efectiva. De la misma manera la cámara de retro cuenta con luces led, esto para facilitar la visión nocturna cuando este en uso, tal y como se muestra en la figura 59.

Figura 59

Activación de luz LED de la cámara de reversa.



Nota. En la figura se observan las luces LED de la cámara de reversa, esto para ayudar a la visualización del conductor al momento de realizar una maniobra en la oscuridad.

Pruebas Realizadas

Pruebas con osciloscopio.

Figura 60

Osciloscopio – PicoScope 6 serie 2000



Nota. En la figura se observa el modelo de osciloscopio a utilizar para obtener las distintas gráficas de las señales.

Para las pruebas realizadas se utilizó un osciloscopio modelo PicoScope 6 serie 2000, posteriormente se inicia configurando los parámetros del mismo con el fin de obtener una gráfica acorde a la escala requerida que permita apreciar de una manera clara y evidente la señal emitida en este caso para el Buzzer. Para este caso la configuración es la siguiente:

- Colocar el conector BNC en el canal A del osciloscopio
- 2 segundos por división en el eje "X".
- 100 mV por división en el eje "Y".
- Seleccionar corriente continua
- La sonda atenuadora del osciloscopio se la configura con factor X1

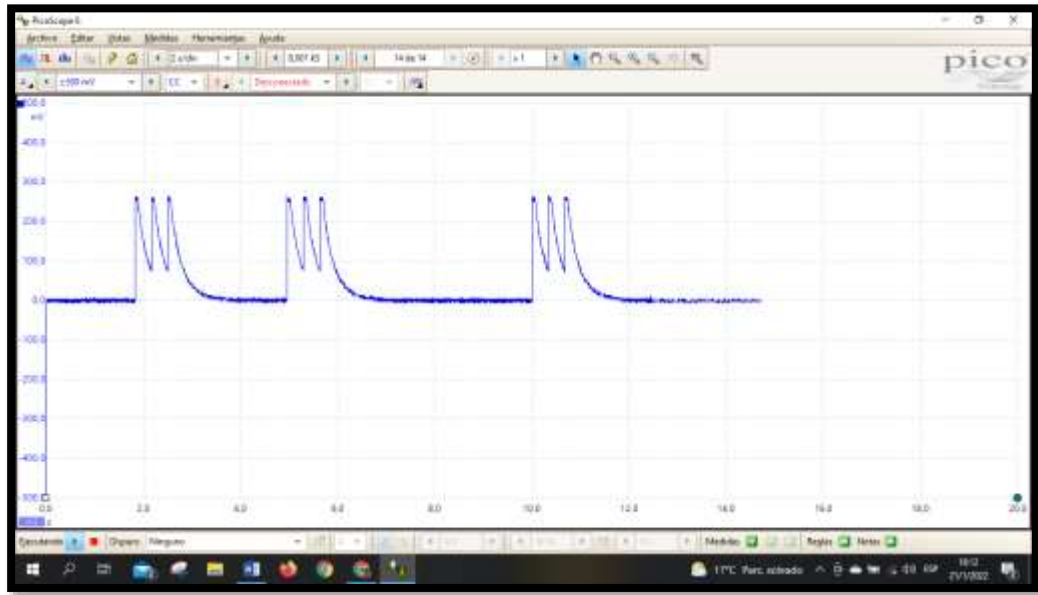
Una vez que se ha configurado el osciloscopio se procede a conectar la punta de señal en el positivo de alimentación del Buzzer y su contraparte negativa se conecta a GND y para obtener la señal se debe poner en funcionamiento el sistema BSD, hecho esto se obtiene una gráfica en la cual se representa la duración de activación del Buzzer y el voltaje consumido por el mismo al momento de su funcionamiento.

Para la presente gráfica se realizó la activación en 3 ocasiones del sistema BSD y en cada activación se obtiene 3 alertas acústicas por partes del Buzzer con las siguientes características:

- Duración total de la señal acústica de 1 segundo, con 3 alertas de aproximadamente 0,33 segundos c/u.
- Un consumo de 270 mV aproximadamente.

Figura 61

Gráfica de funcionamiento del Buzzer.



Nota. En la figura se observa la gráfica de operación y la frecuencia a la que funciona el Buzzer.

Continuando con el análisis de las señales del sistema BSD se tiene la señal visual que viene reflejada mediante un LED ubicado en la parte lateral del habitáculo. Para la obtención de la señal gráfica por osciloscopio se procede con lo siguiente:

- Colocar el conector BNC en el canal A del osciloscopio.
- 5 segundos por división en el eje "Y".
- 0,2 V por división en el eje "X".
- Seleccionar corriente continua
- La sonda atenuadora del osciloscopio se la configura con factor X1

Para la medición se debe conectar la punta de la señal positiva a la alimentación del Led indicador y su contraparte negativa a GND una vez hecho esto se pone en funcionamiento el

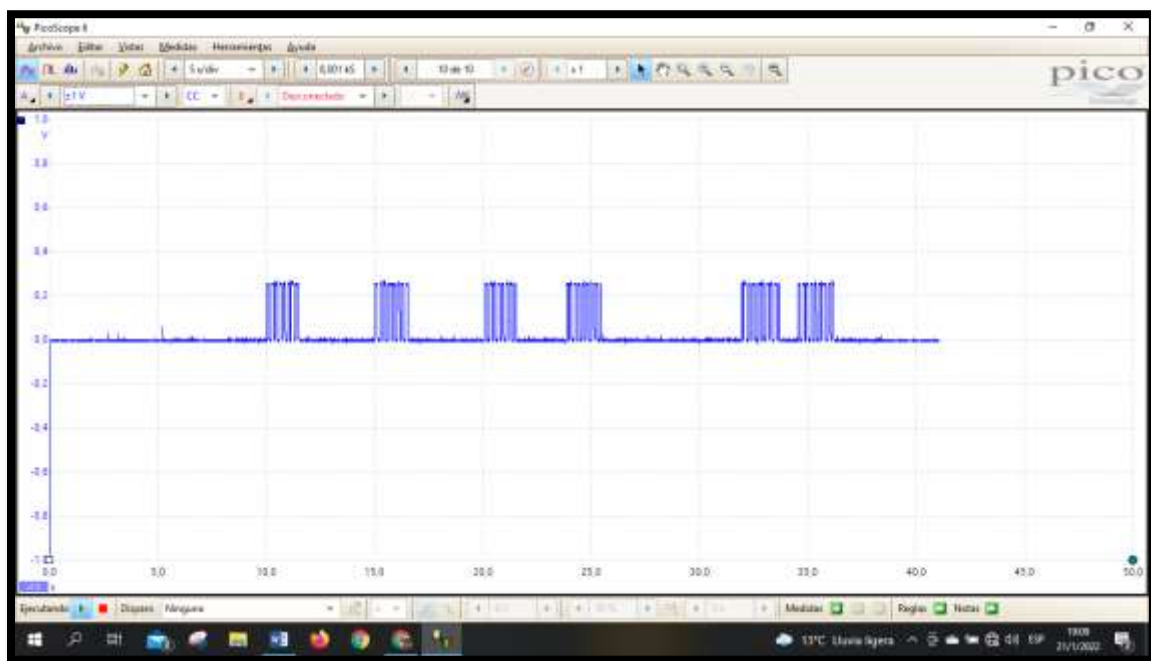
sistema, el cual se va activar y generará una señal en la cual se representa la duración de activación del Led indicador y el voltaje consumido por el mismo durante su funcionamiento.

Esta medición se la realizo 6 veces activando el sistema BSD que como resultado nos dio 6 alertas visuales por parte del indicador con las siguientes características

- Consumo de 0,28V aproximadamente
- Duración total de la señal visual de 2 segundos, con 8 alertas de aproximadamente 0,25 segundos c/u.

Figura 62

Gráfica del funcionamiento del sistema BSD.



Nota. En la figura se observa la gráfica de operación y la frecuencia a la que funciona el sistema BSD.

Para el caso del sensor de luz NMD se realizarán pruebas con la activación de este sensor tanto con las luces medias y las luces altas.

En el caso de las luces medias se obtiene la señal visual que se va a ver reflejada mediante el indicador en el tacómetro del vehículo. Para la obtención de la señal gráfica por osciloscopio se procede con lo siguiente:

- Colocar el conector BNC en el canal A del osciloscopio.
- 10 segundos por división en el eje "X".
- 0,2 V por división en el eje "Y".
- Seleccionar corriente continua

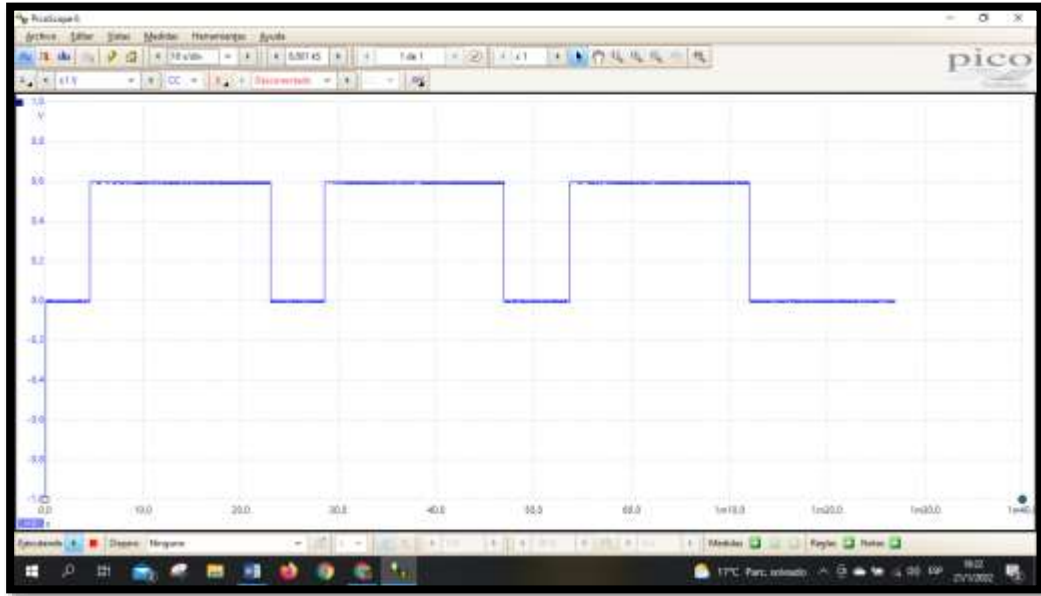
Para obtener la gráfica primero se debe conectar la punta de la señal positiva a la salida del relé de luces medias y su contraparte negativa a GND, una vez hecho esto se pone en funcionamiento el sensor de luz para que las active, de igual manera se encenderán las luces del tacómetro, esto es la confirmación de que el sistema está activo.

Para este apartado se realizó un total de 3 pruebas de encendido y apagado del sensor dando como resultado las siguientes características:

- Consumo de 0,6V aproximadamente
- Duración total de la señal visual activa de 18 segundos
- Señal visual desactivada 5 segundos.

Figura 63

Gráfica del funcionamiento del sistema NMD.



Nota. En la figura se observa la gráfica de operación y la frecuencia a la que funciona el sistema NMD.

En el caso de las luces altas se obtiene la señal visual que es reflejada mediante el indicador en el tacómetro del vehículo. Para la obtención de la señal gráfica por osciloscopio se procede con lo siguiente:

- Colocar el conector BNC en el canal A del osciloscopio.
- 10 segundos por división en el eje "X".
- 0,2 V por división en el eje "Y".
- Seleccionar corriente continua

Para obtener la gráfica primero se debe conectar la punta de la señal positiva a la salida del relé de luces altas y su contraparte negativa a GND, una vez hecho esto se pone en

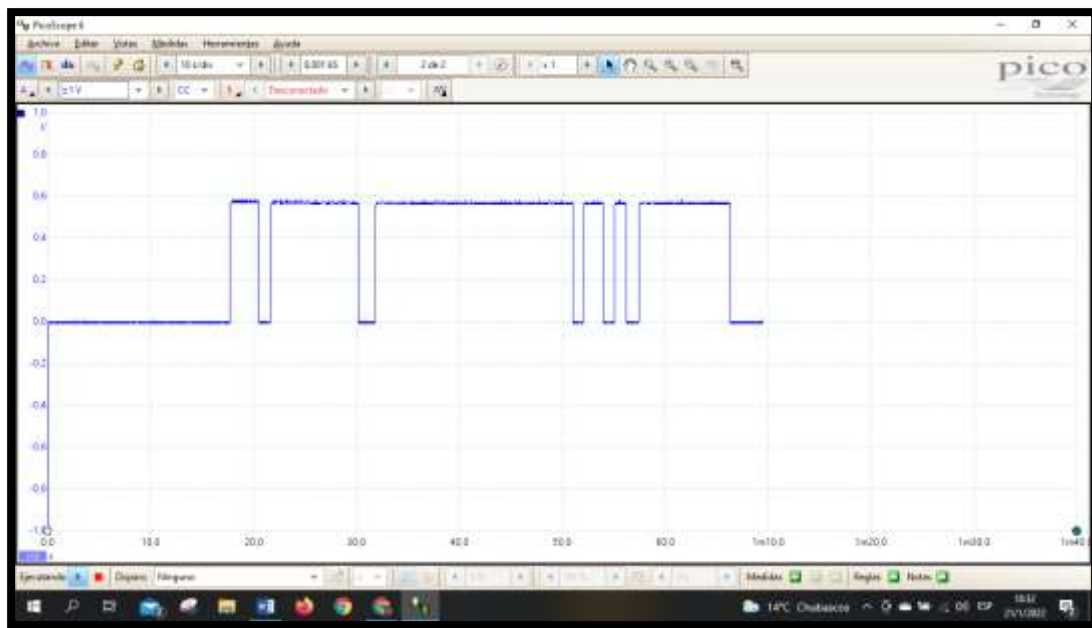
funcionamiento el sensor de luz para que las active, de igual manera se encenderán las luces del tacómetro, esto es la confirmación de que el sistema está activo.

Para este apartado se realizó un total de 6 pruebas de encendido y apagado del sensor, teniendo en cuenta que las luces altas de igual manera están conectadas directamente al freno de mano, es decir, que si el freno de mano está en la posición alta las luces altas permanecen apagadas y si el freno de mano está en la posición baja las luces altas se activaran, dando como resultado las siguientes características:

- Consumo de 0,58V aproximadamente
- Activación de luces altas: 6 veces
- Variación de tiempos de activación de: 1s, 2s, 9s, 20s respectivamente

Figura 64

Gráfica del funcionamiento de las luces altas sistema de luces DLR.



Nota. En la figura se observa la gráfica de operación y la frecuencia a la que funciona el sistema de luces altas DRL.

Sistema DRL

Para las pruebas realizadas se utilizó un osciloscopio modelo PicoScope 6 serie 2000, posteriormente se inicia configurando los parámetros del mismo con el fin de obtener una gráfica acorde a la escala requerida que permita apreciar de una manera clara y evidente la señal emitida en este caso para el sistema de luces de circulación diurnas (DRL). Para este caso la configuración es la siguiente:

- Colocar el conector BNC en el canal A del osciloscopio
- 5 segundos por división en el eje "Y".
- 0,2 V por división en el eje "X".
- Seleccionar corriente continua
- La sonda atenuadora del osciloscopio se la configura con factor X1

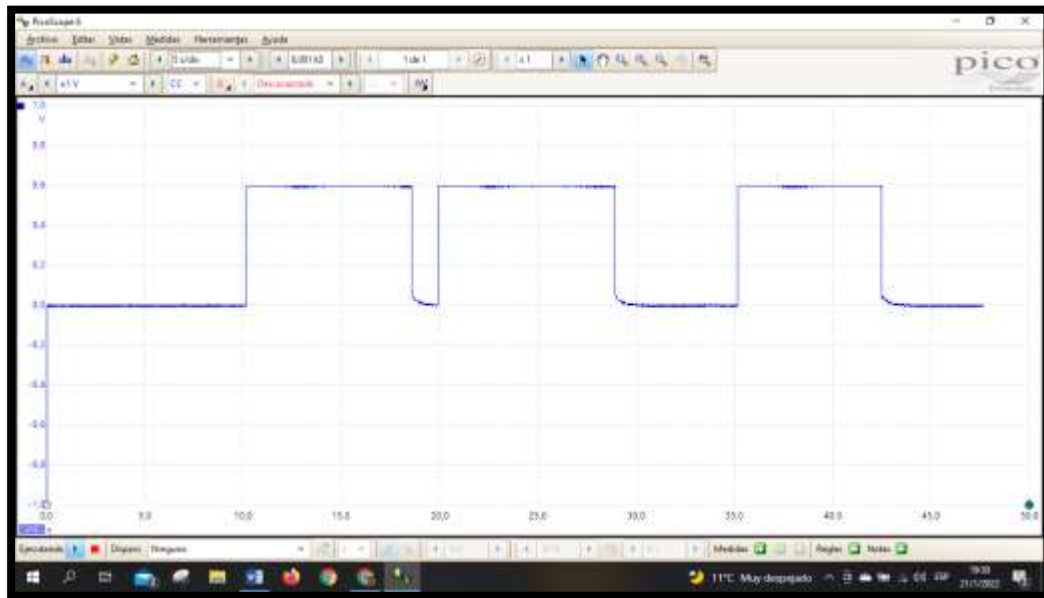
Una vez que se ha configurado el osciloscopio se procede a conectar la punta de señal en el positivo de alimentación del sistema DRL y su contraparte negativa se conecta a GND y para obtener la señal se debe poner en funcionamiento el sistema DRL mediante el switch de encendido y apagado, hecho esto se obtiene una gráfica en la cual se representa el voltaje consumido por el mismo al momento de su funcionamiento. Es importante acotar que el tiempo de accionamiento dependerá de cuanto se desee dejar activado el switch de encendido/apagado, por otra parte, si el switch permanece activado el tiempo de encendido dependerá de cuando el switch de encendido del vehículo permanezca en la posición de contacto.

Para la presente gráfica se realizó la activación en 3 ocasiones del sistema DRL mediante su switch de encendido/apagado y en cada activación se obtiene las siguientes características:

- Es posible observar una primera variación de voltaje del orden de los mV a los 2.25 segundos de activado el sistema, dicha variación dura 2 segundos y es debido a la combinación de luces producidas por el propio sistema.
- Es posible observar una segunda variación de voltaje del orden de los mV a los 7 segundos de activado el sistema, dicha variación dura 2.5 segundos y es debido a la combinación de luces producidas por el propio sistema.
- El consumo de voltaje es de 0,6 V.
- Al desconectar el sistema es posible observar una ligera hipérbola justo antes de llegar a 0 V, exactamente comienza a los 0.06 V.

Figura 65

Gráfica del funcionamiento del sistema de luces DLR



Nota. En la figura se observa la gráfica de operación y la frecuencia a la que funciona el sistema DLR.

Continuando con el respectivo análisis del sistema DRL mediante gráfica por osciloscopio se lo hace en condiciones de las luces diurnas de conducción encendidas y con la activación de direccionales izquierdo, derecho y finalmente con la activación de las luces de stop o parqueo por lo que será evidente observar las variaciones en el voltaje y en el tiempo. Es necesario realizar el siguiente procedimiento:

- Colocar el conector BNC en el canal A del osciloscopio
- 5 segundos por división en el eje "Y".
- 0,2 V por división en el eje "X".
- Seleccionar corriente continua
- La sonda atenuadora del osciloscopio se la configura con factor X1

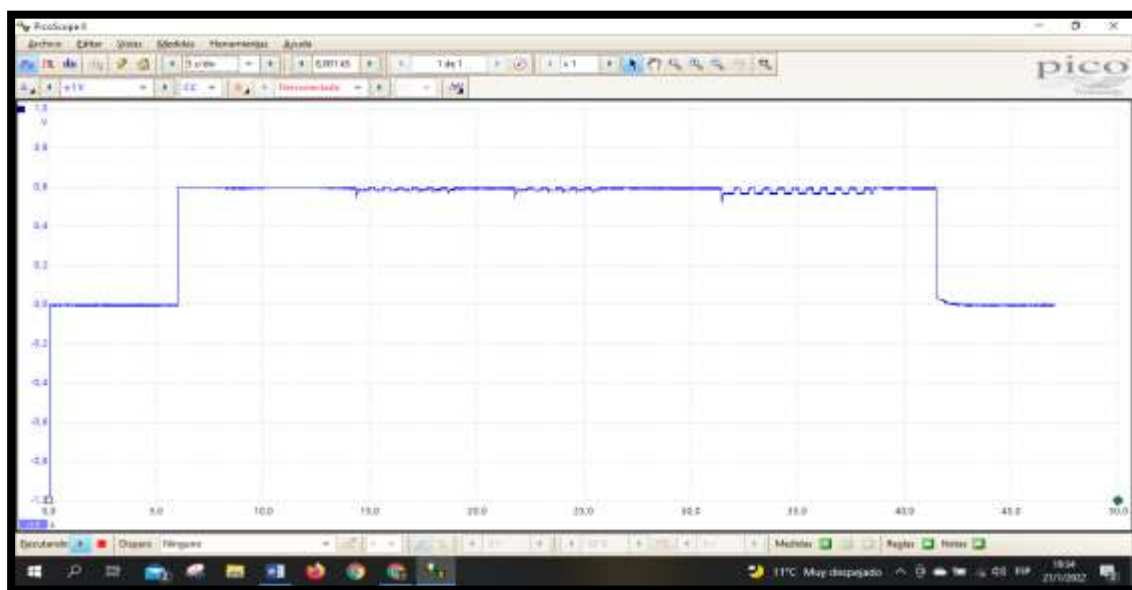
Una vez que se ha configurado el osciloscopio se procede a conectar la punta de señal en el positivo de alimentación del sistema DRL y su contraparte negativa se conecta a GND y para obtener la señal se debe poner en funcionamiento el sistema DRL mediante el switch de encendido y apagado, una vez realizado lo anteriormente mencionado se obtiene una gráfica en la cual se representa el voltaje consumido por el mismo al momento de su funcionamiento. Para la presente gráfica se mantiene encendido permanentemente el sistema DRL durante toda la prueba con osciloscopio mediante su switch de encendido/apagado y se obtienen los siguientes resultados:

- Es posible observar que a los 8 segundos de iniciado el sistema se activa la direccional izquierda e inmediatamente se produce una caída de voltaje de 60 mV y después de 0,75 segundos tiene una variación de 40 mV con una frecuencia de 0,5 segundos por efecto del encendido y apagado de la luz direccional.
- Es posible observar que a los 16 segundos de iniciado el sistema se activa la direccional derecha e inmediatamente se produce una caída de voltaje de 60 mV

- y después de 0,75 segundos tiene una variación de 40 mV con una frecuencia de 0,5 segundos por efecto del encendido y apagado de la luz direccional.
- Es posible observar que a los 25.5 segundos de iniciado el sistema se activan las luces de stop e inmediatamente se produce una caída de voltaje de 80 mV y después de 0,75 segundos tiene una variación de 40 mV con una frecuencia de 0,5 segundos por efecto del encendido y apagado de las luces de stop.
 - El consumo de voltaje es de 0,6 V.
 - Al desconectar el sistema es posible observar una ligera hipérbola justo antes de llegar a 0 V, exactamente comienza a los 0.06 V.

Figura 66

Gráfica del funcionamiento de las direccionales del sistema DRL.



Nota. En la figura se observa la gráfica de operación y la frecuencia a la que funciona las direccionales del sistema DLR.

Para lograr obtener la señal gráfica por osciloscopio de la cámara de reversa se realizarán pruebas de activación y desactivación de la misma esto se lo puede realizar mediante la señal de luz de reversa por lo que el tiempo de la señal de activación de la

cámara variará en función del tiempo de funcionamiento de la luz de reversa. Por otra parte el espejo – cámara que es en donde se verá reflejado el video transmitido por la cámara también tendrá el mismo tiempo de activación y desactivación dependiendo del funcionamiento de la luz de reversa, sin embargo, dicho dispositivo se encuentra conectado a una fuente regulada de 5V. Para el caso de la cámara de reversa es necesario realizar el siguiente procedimiento:

- Colocar el conector BNC en el canal A del osciloscopio
- 5 segundos por división en el eje “Y”.
- 0,2 V por división en el eje “X”.
- Seleccionar corriente continua
- La sonda atenuadora del osciloscopio se la configura con factor X1

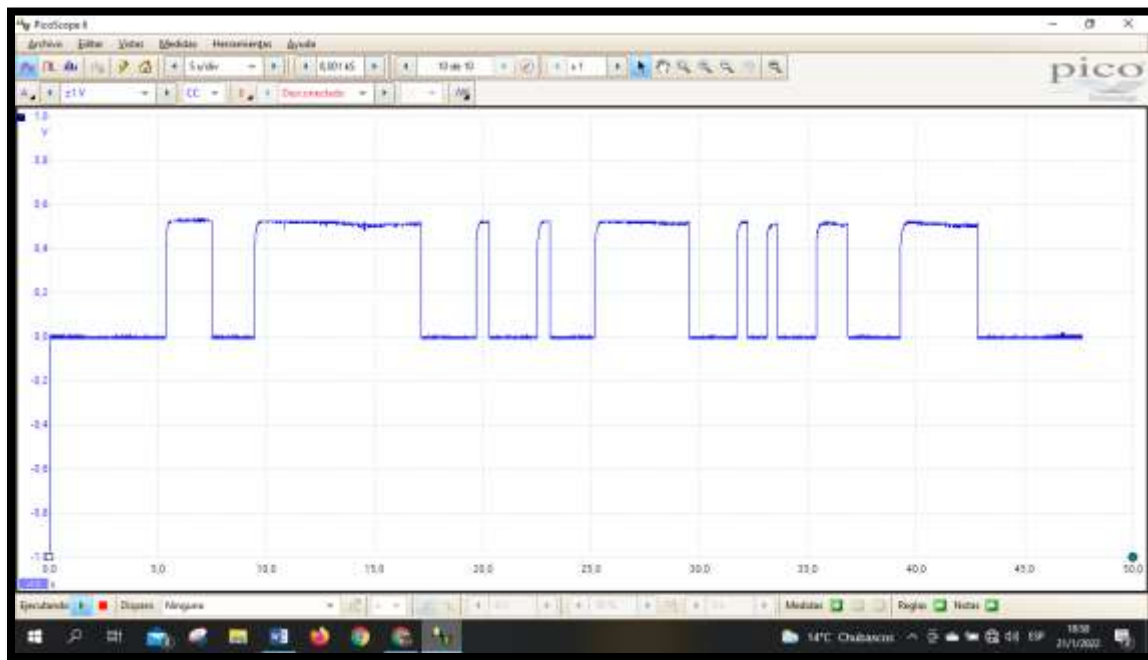
Una vez que se ha configurado el osciloscopio se procede a conectar la punta de señal en el cable del positivo de la luz de reversa y su contraparte negativa se conecta a GND y para obtener la señal se debe poner en funcionamiento la cámara de reversa mediante el accionamiento de la palanca en su posición de reversa, es importante acotar que dicha luz entrará en funcionamiento cuando la posición del switch de encendido se encuentre en contacto, o bien cuando el automotor se encuentre encendido, es de vital importancia que el trompo de retro no se encuentre defectuoso para obtener una señal precisa al momento de activar la reversa. Para la presente gráfica se procede a colocar y quitar la posición de reversa para realizar la activación y desactivación de la cámara misma imagen que se verá reflejado en el retrovisor – cámara y que en este caso destaca las siguientes características:

- Se procede a activar y desactivar la cámara un total de 9 veces con periodos de tiempos diferentes, mismos que dependerán el tiempo que el trompo de retro envíe la señal hacia la luz de reversa.
- El pico de voltaje alcanzado es de 0,54 V.

- A partir de los 0,42 V se hace visible una pequeña curva de voltaje que se estabiliza a los 0,75 segundos que es en donde la imagen se estabiliza o se transmite por completo a la pantalla del retrovisor – cámara.
- Durante todo el lapso de funcionamiento de la cámara se producen unas mínimas variaciones de voltaje de 0,02 V
- A los 4 segundos de iniciado la segunda activación es posible observar una disminución de aproximadamente 0,04 V constantes y a 2 segundos desactivar la cámara el voltaje vuelve a estabilizarse en 0,54 V.

Figura 67

Gráfica del funcionamiento del sistema de reversa.



Nota. En la figura se observa la gráfica de operación y la frecuencia a la que funciona el sistema de reversa.

Por otra parte, para la obtención de la señal generada por los sensores de proximidad se lo realiza mediante la activación y desactivación de los elementos mencionados

anteriormente, además, su funcionamiento se verá reflejado de manera dinámica y amigable con el conductor mediante un display y un buzzer integrados que están ubicados en la parte superior izquierda del tablero de instrumentos en el lado del conductor. Para poder visualizar la gráfica de una manera clara es necesario realizar el siguiente procedimiento:

- Colocar el conector BNC en el canal A del osciloscopio
- 10 segundos por división en el eje "Y".
- 100 mV por división en el eje "X".
- Seleccionar corriente continua
- La sonda atenuadora del osciloscopio se la configura con factor X1

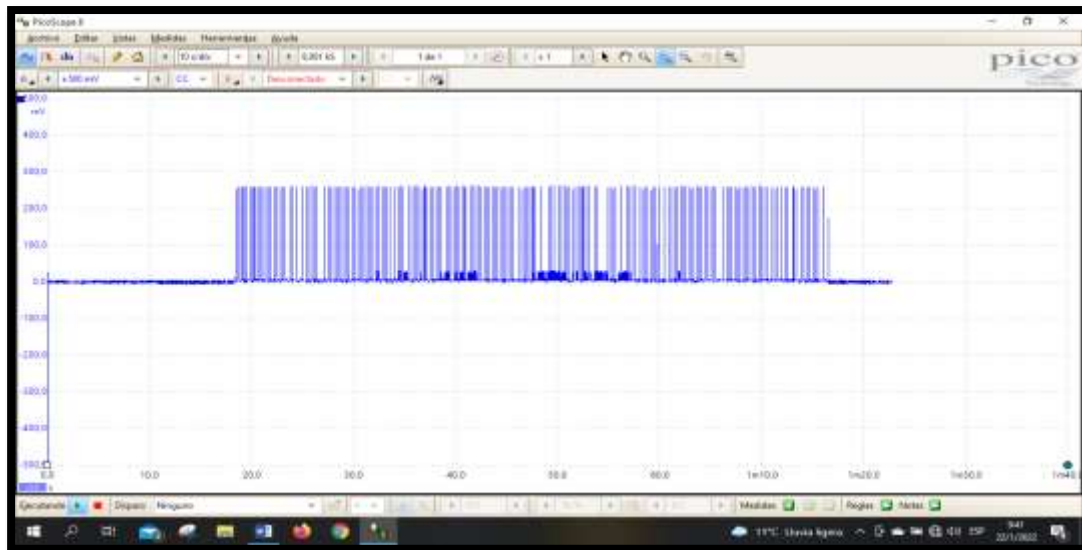
Para obtener la gráfica primero se debe conectar la punta de la señal positiva del osciloscopio a la salida positiva del cable que va desde el módulo del sistema hacia el display y su contraparte negativa al a GND o bien al negativo del cable anteriormente mencionado. Su modo de activación es mediante la señal de luz de reversa, es decir siempre que se accione la reversa el sistema de proximidad entrará en funcionamiento emitiendo una alerta visual y acústica además de informar mediante el display la distancia a la que se encuentra el obstáculo mediante luces verdes, amarillas y rojas cuando el obstáculo se encuentra desde 3 metros hasta 0,3 metros en el orden de colores indicado anteriormente, de la misma manera la alerta acústica se hace más frecuente al acercarse a un obstáculo, debido a su modo de activación es recomendable que siempre que el vehículo se encuentre retrocediendo se lo realice colocando la palanca de cambios en la posición de reversa y de esta manera obtener información de los obstáculos que se encuentren en la parte posterior del vehículo. Para este apartado se realizaron varias pruebas continuas a diferentes distancias dando como resultado las siguientes características:

- Consumo de 260 mV.

- Frecuencia de activación de 0,5 segundos.
- A los 15 segundos de iniciada la señal se observan periodos de activación de 50 mV aproximadamente de manera totalmente continua, es decir sin cortes en el tiempo, y es debido a que el sensor detecta un objeto demasiado cerca y la activación en el buzzer y display es de manera continua, alertando de que el objeto está pronto a colisionar con el vehículo.
- La duración total de la prueba fue de aproximadamente 60 segundos a diferentes distancias y en los diferentes sensores de proximidad instalados.
- De manera general es posible observar que la frecuencia de la gráfica no es constante, esto obedece a la proximidad detectada por los sensores, teniendo un periodo más corto al detectar un objeto cerca, mientras que el periodo es más extenso al detectar un objeto más lejos.

Figura 68

Gráfica del funcionamiento de los sensores de proximidad.



Nota. En la figura se observa la gráfica de operación y la frecuencia a la que funciona los sensores de proximidad.

Pruebas con multímetro.

Sistema BSD. En este apartado se mide los valores con los que van a trabajar los distintos sistemas implementados en el vehículo de conducción para el sistema BSD o de punto ciego el sistema trabajará con un valor de 162,2 mA tal y como se indica en la figura 69.

Figura 69

Medición de intensidad del sistema BSD.



Nota. En la figura se observa el valor de la intensidad con la cual trabaja el sistema BSD.

Sistema de luces DRL. En las luces diurnas o sistema DRL se procede a realizar la medición de intensidad, para esto se coloca la punta del multímetro (positiva) en el cable positivo del interruptor y la otra punta a GND, hecho esto la medición es de 0,6 A como se indica en la figura 70.

Figura 70

Medición de intensidad del sistema DRL.



Nota. En la figura se observa el valor de la intensidad con la cual trabaja el sistema DLR.

De la misma manera para medir el apartado de intensidad en el caso de las luces direccionales de igual manera se coloca la punta positiva del multímetro en el positivo del interruptor de encendido y el negativo en GND, posteriormente se procede activar la direccional ya sea izquierda o derecha, el resultado de intensidad es de 0,43 A como se indica en la figura 71.

Figura 71

Valor de la intensidad de la direccional.



Nota. En la figura se observa el valor de la intensidad con la cual trabaja el sistema la direccional del vehículo.

Para la última prueba de intensidad de este sistema se procede a realizar la prueba de las luces stops o de parqueo, de igual manera que en las anteriores pruebas mencionadas, se coloca la punta positiva del multímetro en el positivo del interruptor de encendido y el negativo en GND, se prenden las intermitentes y el resultado de la intensidad de esta prueba es de 0,32 A como se indica en la figura 72.

Figura 72

Valor de la lectura e intensidad de las luces stops.







Nota. En la figura se observa el valor de la intensidad con la cual trabajan las luces stops.

Sistema NMD. En el sistema de luces automáticas NMD las mediciones que se hicieron fueron las siguientes:

Tabla 7

Valores de medición del sistema NMD

Ítem	Valor de la medición	Imagen
Intensidad NMD sin activar oscuridad	8,41 A	
Consumo NMD luces bajas	124,8 mA	

Ítem	Valor de la medición	Imagen
Consumo NMD luces altas	2,3 A	
Voltaje NMD	13,76 V	

Sistema de Reversa. Para medir el voltaje en el caso de las luces de reversa se coloca la punta positiva del multímetro en el cable positivo y el negativo en GND, posteriormente se procede a activar la reversa, el resultado del voltaje es de 9,58 V como se indica en la figura 73.

Figura 73

Voltaje de la reversa.



Nota. En la figura se indica el valor de voltaje con la cual trabaja la reversa.

Pruebas estáticas.

Estas pruebas están encaminadas hacia la comprobación del funcionamiento de los sistemas ADAS implementados en el vehículo de conducción para lo cual se ha utilizado materiales y objetos de fácil acceso, tales como una pala metálica, un cubre objetos, obstáculos, el entorno etc...

Para la prueba del funcionamiento del sistema BSD primeramente es necesario colocar el vehículo con el freno de mano, seguidamente un individuo debe estar en la parte del piloto observando los indicadores visuales que esta colocados en la parte delantera del habitáculo, mientras que otro individuo "simulará" en la parte trasera el paso de un peatón, vehículo, ciclista etc... esto para que los radares posteriores capten la señal, emitiendo la alerta visual en la parte delantera, no se emitirá ninguna alerta auditiva ya que el vehículo no están en movimiento.

Figura 74

Indicador visual del sistema BSD.



Nota. En la figura se indica la luz de alerta del sistema BSD cuando detecta algún objeto peligroso en el ángulo muerto del vehículo.

En el caso de las luces automáticas NMD se realizan pruebas tanto a la luz del día como en la noche para comprobar su funcionamiento, primero se debe inicializar el sensor ubicado en la parte superior del parabrisas, en el día el sensor detectará luz y las luces permanecerán apagadas, si colocamos un cubre objetos en el sensor, se creará oscuridad y el sensor detectará poca luminosidad y encenderá las luces automáticamente y las apagará, cuando hayamos retirado el objeto para crear oscuridad.

Figura 75

Luz automática del sistema NMD.



Nota. En la figura se observa el funcionamiento del sensor lumínico cuando hay poca luz, se activa las luces guías o altas en el vehículo.

Para las pruebas del sistema de proximidad se debe encender el vehículo, introducir la marcha de retro, sin quitar el freno de mano, esto solo para la activación de los sensores de proximidad posteriores, un individuo en la parte posterior del vehículo, se aproximara a la parte posterior a distintas distancias y de esta manera evidenciar el funcionamiento del módulo visual y los sensores de proximidad.

Figura 76

Sensores de proximidad



Nota. En la figura se indica el funcionamiento de los sensores ultrasónicos para el asistente de parqueo.

En el sistema del TPMS se debe seguir ciertos pasos para la prueba, los cuales son:

- Colocar la arandela de seguridad en cada uno de las 4 sensores
- Ubicar el módulo con control en la parte delantera del habitáculo (que tenga acceso a la luz ya que cuenta con cargador solar)
- Visualizar en el indicador la presión, temperatura y determinar si están adecuadas o no para el tipo de vehículo. En caso de no ser los valores correctos, colocar el aire necesario para que el neumático tenga la presión óptima de operación.

Para realizar las pruebas estáticas tanto de luces DRL y la cámara de retro, es necesario poner el vehículo contacto y accionar la reversa, una vez hecho esto se encenderá la cámara de reversa y podremos comprobar su funcionamiento como se indica en la figura 77.

Figura 77

Funcionamiento de la cámara de reversa.



Nota. En la figura se observa el funcionamiento y las opciones de operación de la cámara de reversa.

Mientras que para las luces diurnas se debe accionar el pulsador colocado en la parte inferior del volante, esto para encender el sistema y poder evidenciar las luces diurnas.

Figura 78

Funcionamiento de las luces diurnas.



Nota. En la figura se indica el funcionamiento de las luces diurnas y la direccional simultáneamente.

Análisis de Resultados

Sensor TPMS

Para la realización de esta prueba se tomó la ruta Espe Belisario – Espe Centro, teniendo los siguientes resultados:

Figura 79

Ruta para la prueba del sistema TPMS



Nota. En la figura se indica el ciclo de conducción, las velocidades durante el tiempo en el que se realizó la prueba y toma de datos del sistema TPMS.

Tabla 8

Datos obtenidos en la ruta Espe Belisario – Espe Centro

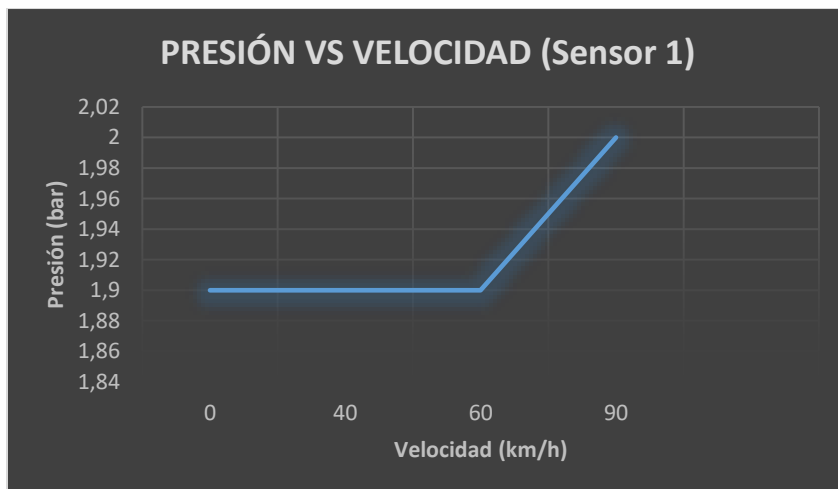
Sensor	1				2				3				4			
Velocidad (Km/h)	0	40	60	90	0	40	60	90	0	40	60	90	0	40	60	90
Presión (Bares)	1,9	1,9	1,9	2,0	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,9	1,9	1,8	1,8	1,8	1,9
Temperatura (°C)	22	22	20	25	18	18	17	23	19	19	18	18	20	18	18	21

Imagen



Figura 80

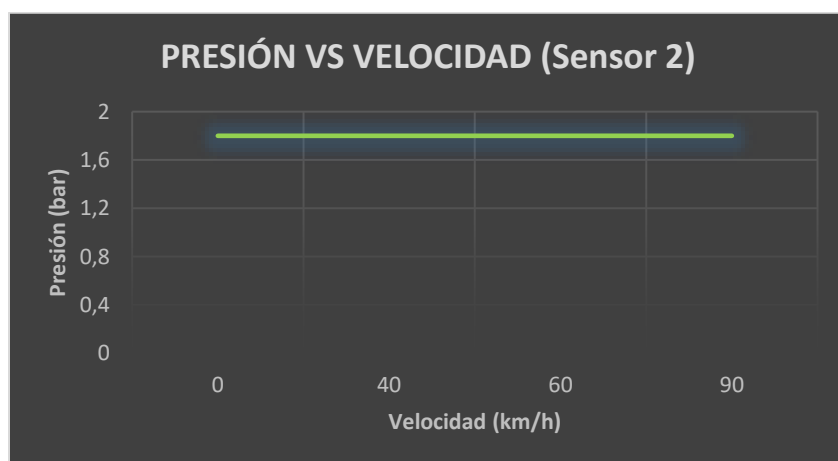
Presión Vs Velocidad (sensor 1)



Nota. En la figura se observa la gráfica de variación de la presión del neumático en relación a la velocidad, esto quiere decir que a mayor velocidad se mantiene o aumenta la presión.

Figura 81

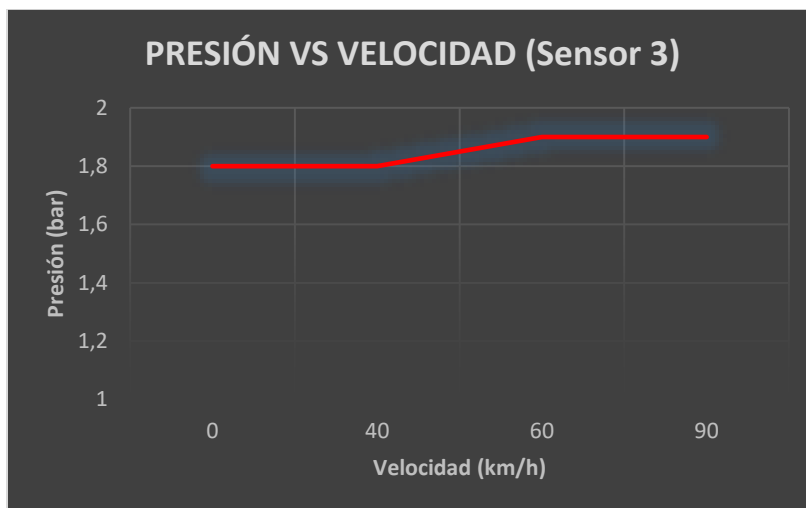
Presión Vs Velocidad (sensor 2)



Nota. En la figura se observa la gráfica de variación de la presión del neumático en relación a la velocidad, para el caso del sensor 2 la presión se mantiene constante.

Figura 82

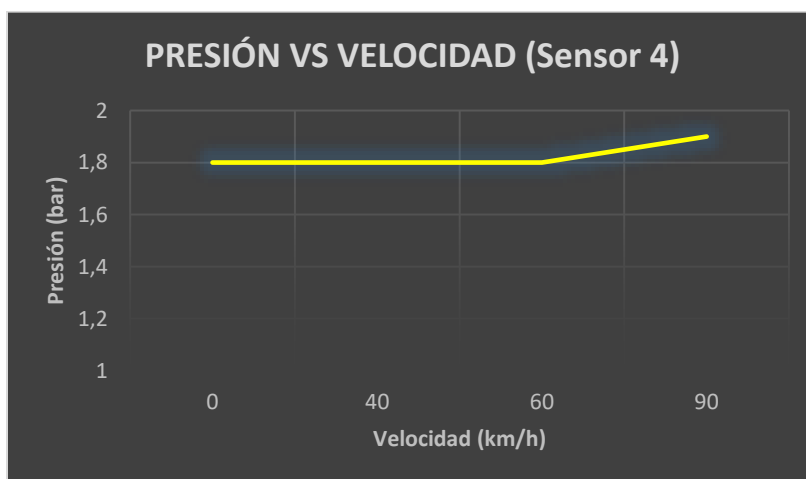
Presión Vs Velocidad (sensor 3)



Nota. En la figura se observa la gráfica de variación de la presión del neumático en relación a la velocidad, para este caso la presión aumenta y se mantiene constante en diferentes intervalos de velocidad.

Figura 83

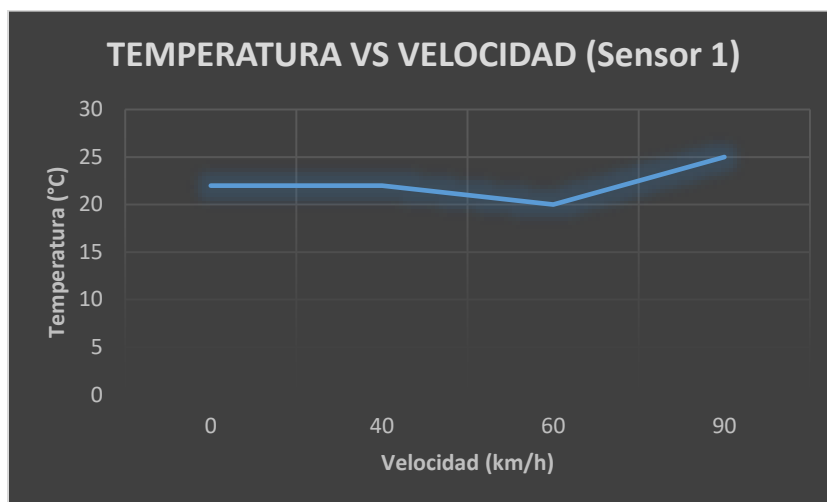
Presión Vs Velocidad (sensor 4)



Nota. En la figura se observa la gráfica de variación de la presión del neumático en relación a la velocidad.

Figura 84

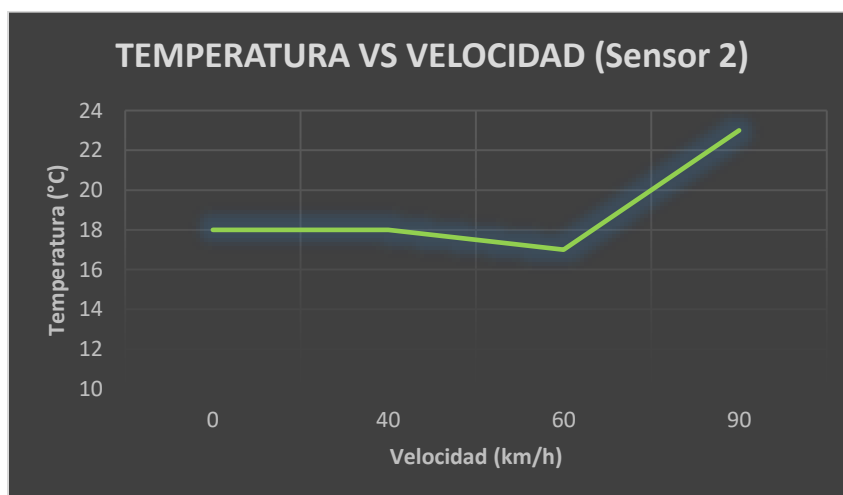
Temperatura Vs Velocidad (sensor 1)



Nota. En la figura se observa la variación de la temperatura en relación de la velocidad del vehículo, alcanzando la velocidad máxima la temperatura se eleva.

Figura 85

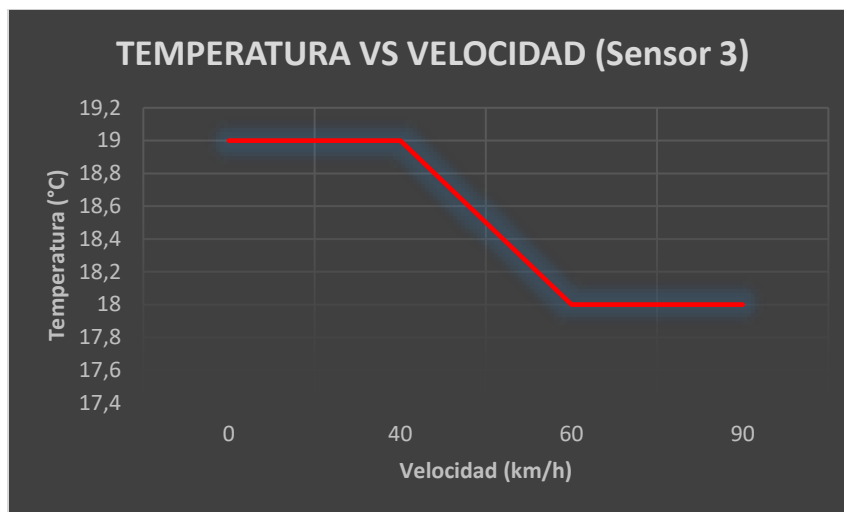
Temperatura Vs Velocidad (sensor 2)



Nota. En la figura se observa la variación de la temperatura en diferentes intervalos de velocidad.

Figura 86

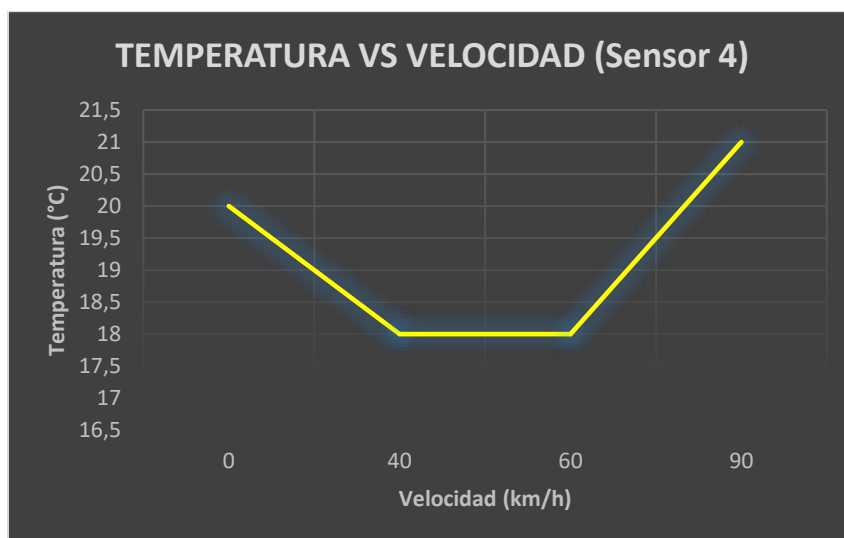
Temperatura Vs Velocidad (sensor 3)



Nota. En la figura se observa el descenso de la temperatura (mínimo), esto se produce por las condiciones del ciclo de conducción.

Figura 87

Temperatura Vs Velocidad (sensor 4)



Nota. En la figura se observa la gráfica de variación de la temperatura teniendo como resultado que a mayor velocidad, mayor temperatura de este neumático.

Sistema BSD

Se realizó un ciclo de conducción desde la Espe campus Belisario hasta la Espe centro

- Etapa 1 (Campus Belisario – Ingreso a Panamericana)
- Etapa 2 (Panamericana – Ingreso a la ciudad “Niagara”)
- Etapa 3 (Entrada a la ciudad – Espe centro)

Tabla 9

Datos obtenidos de la prueba del sistema BSD

ETAPA	N° ACTIVACIONES DEL DISPOSITIVO	N° DE AUTOS	N° ALERTAS AUDITIVAS Y VISUAL	N° ALERTAS VISUALES
1	2	0	0	0
2	7	14	12	3
3	8	13	13	8

Sistema NMD

Tabla 10

Datos obtenidos de la prueba del sistema NMD

Velocidad de ingreso a un túnel (km/h)	Tiempo de reacción del sensor optoelectrónico (s)
20	2,5
40	2
60	1,5

Sensores de proximidad**Tabla 11***Datos obtenidos de la prueba de sensores de proximidad delanteros*

DISTANCIA DE APROXIMACIÓN A UN OBJETO	
SENSORES DELANTEROS	
Valor Censado (m)	Valor medido (m)
1,5	1,47
1,2	1,19
0,9	0,85
0,8	0,54
0,3	0,33

Tabla 12*Datos obtenidos de la prueba de sensores de proximidad posteriores*

DISTANCIA DE APROXIMACIÓN A UN OBJETO	
SENSORES POSTERIORES	
Valor Censado (m)	Valor medido (m)
1,2	1,19
0,9	0,86
0,7	0,69
0,5	0,51
0,3	0,3

Tabla 13*Comparativa*

TIEMPO EN MANIOBRA DE PARQUEO (seg)		
NUMERO DE INTENTOS	SIN SENSORES DE PROXIMIDAD	CON SENSORES DE PROXIMIDAD + DASHCAM
1	50,34	35,18
2	45,75	25,05
3	49,92	30,96
4	47,74	26,49
5	45,02	23,66

Sistema DLR**Tabla 14**

Datos obtenidos de la prueba DLR.



Hora	Sin DLR (m)	Con DLR (m)
6:00	120	185
12:00	220	300
18:00	150	215



Manual de procedimiento

Tabla 15

Manual de uso de los asistentes

NOMBRE	FIGURA	ACTIVACIÓN Y DESACTIVACIÓN	DESCRIPCIÓN	UBICACIÓN
Sensor de presión de		Para activar este sistema el usuario debe encender el vehículo y el	Este sistema es el encargado de indicar la presión y la temperatura de los	El módulo de control está ubicado en la parte delantera del habitáculo.
neumáticos TPMS		módulo de control a la vez. Para apagarlo deberá presionar el botón de OFF del módulo.	neumáticos del vehículo.	
Luces diurnas DRL		El usuario debe activar las luces diurnas, poniendo el vehículo en contacto y pulsando el switch	El sistema DLR o de luces diurnas son las encargadas de mejorar la visibilidad del	El switch de activación está ubicado en la parte inferior del

		<p>de control. Para apagarlo deberá oprimir el switch nuevamente.</p>	<p>vehículo ante otros vehículos y los peatones</p>	<p>volante del vehículo.</p>
<p>Sensor de punto ciego BSD</p>		<p>Este sistema se activa cuando el usuario coloca la llave del vehículo en la posición de contacto "ON". Para su desactivación, es necesario apagar el vehículo.</p>	<p>El sistema BSD es el encargado de censar el ángulo muerto y dar seguridad al conductor al realizar maniobras</p>	<p>Está compuesto de 2 radares ubicados en la parte posterior y los indicadores visuales y auditivos están en las partes frontales laterales del habitáculo.</p>
<p>Sensor de luces automáticas NMD</p>		<p>El usuario debe activar el sensor pulsado el botón "ON" y para desactivar el sistema se pulsa en el mismo botón.</p>	<p>Sistema encargado de encender las luces automáticamente dependiendo de la cantidad de luz percibida.</p>	<p>Este sensor está ubicado en el parabrisas en la parte central superior.</p>

NOMBRE	FIGURA	ACTIVACIÓN Y DESACTIVACIÓN	DESCRIPCIÓN	UBICACIÓN
Sensor de proximidad		Para activar estos sensores el usuario deberá	Estos sensores están encargados de alertar la distancia cuando realiza	Estos sensores están ubicados en la parte posterior del vehículo y su módulo visual
		colocar la marcha de reversa y se desactiva cuando se quita la reversa	maniobras de parqueo.	de está colocado en la parte delantera del tablero del vehículo.
Cámara de grabación y reversa		Se activa cuando el usuario coloca la llave en la posición de contacto y al igual que los sensores de proximidad la cámara de	La cámara delantera sirve para grabar el trayecto del vehículo y un video de respaldo en caso de accidentes,	Está ubicada en el espejo retrovisor del habitáculo del vehículo.

reversa se activa	mientras que la
cuando se coloca	cámara de
dicha marcha y se	reversa está
desactiva cuando	diseñada para
el auto está en	asistir al
otra marcha	conductor al
	momento de
	realizar
	maniobras de
	parqueo.

Capítulo V

Marco Administrativo

Recursos

Para desarrollar el proyecto investigativo, se tomó en cuenta recursos como: talento humano, recurso material y tecnológico.

Talento Humano

Los recursos humanos que participaron en el desarrollo del proyecto de titulación “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS ADAS PARA UN VEHÍCULO LIVIANO HOMOLOGADO DE LA ESCUELA DE CONDUCCIÓN PROFESIONAL ESPE SEDE LATACUNGA” se detallan en la correspondiente tabla:

Tabla 16

Talento Humano

Ord.	Descripción	Función
1	Morán Jiménez Hugo Alexander	Investigador
2	Padilla López Abel Alejandro	Investigador
3	Ing. Romero Guano Néstor Aníbal	Investigador – Tutor

Recursos Tecnológicos

Para ejecutar el proyecto se ocuparon recursos tecnológicos los cuales nos permitieron conseguir datos durante las pruebas de emisiones de gases y simulaciones los cuales se mencionan a continuación:

Tabla 17*Recursos tecnológicos*

Ord.	Nombre
1	Laptop HP
2	Internet
3	Osciloscopio Automotriz
4	Software PicoScope
5	Software Livewire
6	Multímetro
7	Microsoft Office
8	Cámara de celular
9	Pinza amperimétrica

Recursos Materiales

Los recursos materiales utilizados para la realización del proyecto son elementos y componentes fundamentales para la implementación de los sistemas ADAS son los siguientes:

Tabla 18*Recursos Materiales*

Ord.	Detalle	Cantidad	Unidades
1	Fusiblera	1	
2	Amarras	15	
3	Cautín	1	
4	Estaño	1	Metros

Ord.	Detalle	Cantidad	Unidades
5	Foco	1	
6	Terminales	8	
7	Cable # 12	4	Metros
8	Cinta doble Faz	1	

Presupuesto

Para la ejecución del proyecto titulado “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS ADAS PARA UN VEHÍCULO LIVIANO HOMOLOGADO DE LA ESCUELA DE CONDUCCIÓN PROFESIONAL ESPE SEDE LATACUNGA”. Es importante plantear el presupuesto en el cuál se detallan los gastos generados durante el desarrollo del proyecto y financiado por los estudiantes participantes del proyecto.

Tabla 19

Presupuesto

Detalle	Cantidad	Valor Unitario (USD)	Valor total (USD)
MATERIALES – EQUIPO			
Implementación del sistema de control de presión	4	15	60
Implementación del sistema de luces diurnas DRL	2	30	60

Implementación del sistema de asistente de parque (sensores de proximidad)	4	10	40
Implementación del sistema de punto ciego (BDS)	1	320	320
Implementación del sistema de luces automáticas NMD	1	220	220
Implementación del sistema de visión (reversa)	1	50	50
Implementación de alerta de cinturón de seguridad	1	30	30
Accesorios eléctricos, electrónicos y mecánicos	1	75	75
Combustible para pruebas	1	40	40
Impresiones, varios	1	20	20
PRUEBAS			
Estáticas	40 horas	2.00 hora	80

Dinámicas	40 horas	3.00 hora	120
IMPREVISTOS			
Imprevistos		100	100
		SUMA TOTAL	\$ 1225,00

Financiamiento

La presente investigación es financiada totalmente por los investigadores del proyecto y el costo total de inversión es de 1225,00 USD.

Capítulo VI:

Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

- Se implementó los siguientes sistemas avanzados de asistencia al conductor (ADAS): Sistema TPMS (sistema de monitoreo de presión y temperatura de neumáticos), sistema NMD, sistema BSD (sistema de detección de ángulo muerto), sistema DRL (sistema de indicador de luces diurnas), sistema de asistencia al parqueo, sistema de monitoreo Dashcam en el vehículo Chevrolet Aveo de la Escuela de Conducción Profesional Espe – Latacunga.
- Se investigó en bases digitales y fuentes bibliográficas tales como artículos técnicos, manuales de identificación y homologación como NTE INEN 1155, NTE INEN 2097, NTE INEN 2099 y el Reglamento Técnico Ecuatoriano INEN 011. Fundamentos principales para el proyecto de investigación.
- En base a las pruebas realizadas en ruta, se determina que el sistema BSD tiene una confiabilidad del 92,6 % ya que con una muestra de 27 vehículos que adelantaron al vehículo de prueba el sistema detectó a 25 vehículos, previamente a realizar la maniobra de cambio de carril activando la direccional dado una alerta visual y auditiva, el sistema detecta vehículos, objetos y/o peatones en movimiento que se encuentren en el ángulo muerto aún sin haber activado el indicador de giro, emitiendo una alerta visual al conductor.
- Se determinó que con la asistencia del sistema BSD, se disminuye el riesgo de un posible incidente debido a una mala maniobra, la no utilización de los indicadores de giro o la falta de concentración por parte del conductor ya que dichos sistema es capaz de alertarlo aun cuando no se activen los indicadores de giro, creando buenos hábitos de conducción en el conductor al momento de realizar una maniobra de cambio de

carril.

- Se concluye que en base a la toma de resultados de las pruebas realizadas en los sensores de asistencia al parqueo se obtiene que este sistema posee una tolerancia de $\pm 0,023$ m, además el sistema entra en un funcionamiento óptimo a partir de 1,5 m de distancia con el objeto, por otra parte cuando el sensor detecta una distancia inferior a los 0,3m de distancia, alertará que la distancia entre el vehículo y el objeto es relativamente nula a través de una señal sonora exponencial, esto con el propósito de salvaguardar siempre una distancia de 0,3m antes de producirse una posible colisión.
- En un ciclo de conducción del sistema TPMS se logró obtener valores en tiempo real en cuanto a presión, temperatura y velocidad de cada una de las ruedas del vehículo, la temperatura ambiental al momento de la prueba fue de 13°C a intervalos de velocidad de (0, 40, 60, 90) km/h, arrojando como resultado una variación de presión de 0,15 bares en cada uno de los neumáticos, considerando que la presión mínima de los neumáticos es de 1,8 bares como lo estipula la normativa INEN NTE 3128.
- Para el sistema NMD, el ingreso a un entorno de escasa luz se lo realizó a diferentes velocidades de (20, 40, 60) km/h detectando que el sistema entra en funcionamiento en un tiempo de 2s con una tolerancia de $\pm 0,5$ s, su tiempo de activación dependerá directamente de la cantidad de luz percibida por el sensor optoelectrónico.

Recomendaciones

- En base a la presente investigación se recomienda utilizar los sistemas ADAS en todos los vehículos de escuelas de conducción con el fin de reducir el resigo de incidentes y optimizar los tiempos de aprendizaje.
- Se recomienda desarrollar pruebas dinámicas y estáticas en diferentes condiciones de: clima, tráfico, carretera, ciudad, entre otras con el fin de evaluar el proceso de enseñanza - aprendizaje.
- Se recomienda investigar fuentes bibliográficas tales como: artículos, revistas, libros que detallen las características de los componentes internos de los sensores, en dónde se identifique la información de cada uno de los asistentes a ensamblar en el vehículo.
- Debido al constante avance y crecimiento tecnológico en la seguridad activa y pasiva del vehículo, la obtención e implementación de los sistemas ADAS requieren de procedimientos que se enfocan en una innovación constante, tal es así que se recomienda el uso de equipos y herramientas que permitan seguir con la idea tecnológica y el mejoramiento de los asistentes para los aspirantes a conductores profesionales.

Bibliografía

Anónimo. (9 de Enero de 2014). *Auto Avance*. Obtenido de Auto Avance :

<https://www.autoavance.co/blog-tecnico-automotriz/182-sistema-tpms-mucho-mas-que-un-simple-sensor-de-neumatico/>

Anónimo. (17 de Septiembre de 2018). *Ecomotor.es*. Obtenido de Ecomotor.es:

<https://www.economista.es/ecomotor/motor/noticias/9391326/09/18/Sistemas-ADAS-que-son-como-funcionan-y-por-que-la-DGT-los-considera-tan-importantes-para-la-seguridad-de-los-vehiculos.html>

Anónimo. (12 de Noviembre de 2019). *LA VANGUARDIA* . Obtenido de LA VANGUARDIA :

<https://www.lavanguardia.com/motor/actualidad/20191112/471519197189/ventajas-inconvenientes-conduccion-autonoma-coches.html>

Anselmino, L. R. (04 de Febrero de 2013). *RUS media*. Obtenido de RUS media :

<https://riouruguayseguros.com/site/los-sistemas-de-seguridad-en-el-vehiculo-neumaticos/>

Chiroque José, C.C. (2020). *Análisis de los sistemas de frenos de un vehículo - determinación del sistema de frenos óptimo*. Universidad César Vallejo. Facultad de Ingeniería, Chiclayo.

Carroya, R. (27 de Junio de 2019). *Carroya.com*. Obtenido de

<https://www.carroya.com/noticias/guia-para-conductores/como-funciona-un-airbag-3514>

Fidalgo, R. (24 de marzo de 2015). *Autocasión*. Obtenido de

<https://www.autocasion.com/actualidad/reportajes/que-es-el-sistema-tpms-de-control-de-presion-de-neumaticos#:~:text=El%20sistema%20TPMS%20de%20control%20de%20presi%C3%B3n%20de%20neum%C3%A1ticos%20es,presi%C3%B3n%20que%20lleva%20el%20neum%C3%A1tico.>

Gómez, J. (06 de Diciembre de 2020). Diariomotor. Obtenido de

<https://www.diariomotor.com/que-es/mecanica/tipos-esquemas-suspension/>

Montaña, C. (s.f.). (Trabajo final de carrera). *Diseño de una instalación para evaluación de sistemas ADAS para peatones en intersecciones*. Universidad Politécnica de Catalunya, Barcelona.

Pichardo Espejel, M., Quintero Apac, M., Quintero Chávez, I. A., & Velázquez González, D. I. (2018). Diseño de dispositivo que detecta cuerpos en los puntos ciegos de la unidad de transporte público Zafiro de Mercedes-Benz. *Ibero Puebla*.

Rodríguez Garavito, C. H. (2017). Programa Oficial de Doctorado en Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Automática. *Sistema avanzado de asistencia a la conducción para entornos interurbanos*. Universidad Carlos III de Madrid. Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática, Madrid.

Sánchez Julio, T.C. (2022). Estudio de las tecnologías de seguridad pasiva y activa presentes en los vehículos vendidos en Colombia. Universidad Católica de Colombia, Bogotá.

Salinas Mejía, M. S. (2012). *Construcción e implementación de un tablero didáctico del sistema*

de dirección asistida eléctricamente (EPS) para la Escuela de Ingeniería Automotriz.

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Chimborazo.

Anexos