



ING. AUTOMOTRIZ

**Trabajo integración Curricular previa a la
obtención del título de Ingeniería en Mecánica
Automotriz**

AUTORES:

Edison Andrés Ayala Pérez

Martin Sebastián Semanate Armstrong

TUTOR:

Ing. Pablo Fernando Ante Sánchez

“Diseño y construcción de un dispositivo de
sistema de seguridad activa de iluminación para el
Vitara JX 1988-2013 de bajo costo.”

QUITO – ECUADOR | 2024

APROBACIÓN DEL TUTOR

Yo, Pablo Fernando Ante Sánchez certifico que conozco a los autores del presente trabajo, siendo el responsable exclusivo tanto de su originalidad y autenticidad, como de su contenido.

Msc. Pablo Fernando Ante Sánchez

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros **EDISON ANDRÉS AYALA PÉREZ, MARTIN SEBASTIAN SEMANATE ARMSTRONG**, declaramos bajo juramento, que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional y que se ha consultado la bibliografía detallada.

Cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual a la Universidad Internacional del Ecuador, para que sea publicado y divulgado en internet, según lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual, su reglamento y demás disposiciones legales.

Edison Andrés Ayala Pérez

Martin Semanate Armstrong

Tabla de Contenido

RESUMEN.....	7
INTRODUCCIÓN	8
OBJETIVOS.....	11
MARCO TEÓRICO.....	12
MATERIALES Y MÉTODOS	15
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	25
CONCLUSIONES	28
ANEXOS.....	32

Tabla de Ilustraciones

Figura 1	8
<i>Figura 2</i>	9
<i>Figura 3</i>	16
<i>Figura 4</i>	16
<i>Figura 5</i>	17
<i>Figura 6</i>	18
<i>Figura 7</i>	19
<i>Figura 8</i>	19
<i>Figura 9</i>	19
Figura 10.....	20
<i>Figura 11</i>	20
<i>Figura 12</i>	21
<i>Figura 13</i>	22
<i>Figura 14</i>	22
<i>Figura 15</i>	23
<i>Figura 16</i>	24
<i>Figura 17</i>	24
<i>Figura 18</i>	32
<i>Figura 19</i>	32
<i>Figura 20</i>	33
<i>Figura 21</i>	33
<i>Figura 22</i>	34

“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN DISPOSITIVO DE SISTEMA DE SEGURIDAD ACTIVA DE ILUMINACIÓN PARA EL VITARA JX 1988-2013 DE BAJO COSTO.”

Ing. Pablo Ante. Msc, Edison Ayala P.³, Martin Semanate A.⁴

*Maestría Especialidad - Universidad, Titulo Obtenido, email (institucional) @internacional.edu.ec,
Quito – Ecuador*

*³ Ingeniería Automotriz Universidad Internacional del Ecuador, email
edayalape@uide.edu.ec, Quito - Ecuador*

*⁴ Ingeniería Automotriz – Universidad Internacional del Ecuador, email
masemanatear@uide.edu.ec, Quito – Ecuador*

RESUMEN

Introducción: En el transcurso de la investigación, se ha determinado que la luminosidad tiene un impacto considerable en la probabilidad de accidentes, y se ha confirmado que las personas en general tienden a cometer errores al conducir por descuidos y malas prácticas como no utilizar la iluminación.

Metodología: En cuanto a la metodología, se planea crear un circuito que active una alarma utilizando resistencias variables LDR, un parlante y circuitos integrados, adicional a esto el dispositivo permite integrar DRL a un vehículo que no lo tiene de fábrica. Para detectar el inicio del recorrido del vehículo, se utilizará la señal de los accesorios para verificar el encendido del vehículo. Este circuito se instalará en un automóvil de gama media-baja para evaluar su rendimiento en diferentes condiciones, como baja iluminación o lluvia, con la intención de mejorar la respuesta del sistema.

Resultados: Después de analizar las variables dependientes e independientes del estudio, se ha determinado que las diferencias en los códigos de programación no afectan significativamente los tiempos de reacción. Se ha logrado integrar sin mayor complicación el sistema en el vehículo puesto a prueba. **Conclusión:** En conclusión, se ha creado un dispositivo confiable que cumple con las expectativas de la hipótesis, proporcionando tiempos de reacción bajos, costos de producción asequibles y una instalación sencilla en el automóvil, que garantiza una mayor seguridad al conducir en todas las condiciones tanto para el conductor como para los ocupantes y otros involucrados.

Palabras clave: Iluminación, LDR, Arduino, Condición de Conducción, DRL

ABSTRACT

Introduction: During the research, it has been determined that luminosity has a considerable impact on the probability of accidents, and it has been confirmed that people in general tend to make mistakes when driving due to carelessness and bad practices such as not using lighting. **Methodology:** Regarding the methodology, it is planned to create a circuit that activates an alarm using LDR variable resistors, a speaker, and integrated circuits. In addition to this, the device allows DRL to be integrated into a vehicle that does not have it from the factory. To detect the beginning of the vehicle's journey, the signal from the accessories will be used to verify the vehicle's ignition. This circuit will be installed in a low-medium range car to evaluate its performance in different conditions, such as low lighting or rain, with the intention of improving the system's response. **Results:** After analyzing the dependent and independent variables of the study, it has been determined that the differences in the programming codes do not significantly affect reaction times, so it has been decided to maintain the initial code. The system has been successfully integrated into the vehicle under test without any major complications. **Conclusion:** In conclusion, a reliable device has been created that meets the expectations of the hypothesis, providing low reaction times, affordable production costs and simple installation in the car, which guarantees greater safety when driving in all conditions both for the driver as well as for the occupants and others involved.

Keywords: Lighting, LDR, Arduino, Driving Condition, DRL

INTRODUCCIÓN

Es común ver que muchos vehículos circulan sin luces por diferentes razones, como la impericia del conductor, lo cual puede representar un peligro tanto para los conductores al dificultar su visión del entorno como para terceros que, en condiciones de baja luminosidad, podrían no ver el vehículo hasta que esté muy cerca, incrementando así el riesgo de accidentes. Para garantizar la seguridad de peatones y otros conductores, se sugiere desarrollar un sistema de fácil instalación que automatice el encendido de luces en situaciones de baja iluminación, mejorando así la visibilidad.

Figura 1

Tabla de datos de siniestro de tránsito según causa Ecuador 2021

SINIESTROS DE TRÁNSITO SEGÚN CAUSA, AÑO 2021 POR PROVINCIA (NÚMERO)												
PROVINCIA	TOTAL	CAUSA										Otras causas
		Embriaguez o droga	Mal rebasamiento invadir carril	Exceso velocidad	Impericia e imprudencia del conductor	Imprudencia del peatón	Daños mecánicos	No respeta las señales de tránsito	Factores climáticos	Mal estado de la vía		
Total	21,352	1,702	873	3,049	9,281	974	238	4,476	341	146	272	
Azuay	828	32	14	24	436	28	1	213	8	2	10	
Bolívar	80	4	-	1	69	-	1	-	4	1	-	
Cañar	62	7	-	3	44	2	-	5	-	-	-	
Carchi	73	13	1	26	23	3	3	-	2	2	-	
Chimborazo	622	18	3	22	521	8	2	41	2	3	2	
Cotacachi	104	9	-	5	67	7	1	2	1	2	10	
El Oro	783	58	20	59	322	9	3	297	1	11	3	
Esmeraldas	232	8	11	44	114	11	7	27	3	2	5	
Galápagos	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	
Guayas	7,758	480	437	1,551	2,742	494	22	1,965	-	13	54	
Imbabura	347	21	6	39	142	24	7	84	5	7	2	
Loja	512	117	3	95	246	18	10	16	4	1	2	
Los Ríos	1,145	14	15	11	649	30	4	384	5	22	11	
Manabí	1,957	26	126	72	1,255	50	23	280	1	5	119	
Morona Santiago	136	8	1	5	93	16	-	4	6	1	2	
Napo	49	4	2	11	18	-	1	2	3	6	2	
Orellana	48	3	1	7	26	-	-	1	1	9	-	
Pastaza	39	2	-	1	30	-	-	2	2	1	1	
Pichincha	3,807	537	172	852	1,085	217	132	531	243	29	9	
Santa Elena	517	-	-	-	295	12	-	204	-	-	6	
Santo Domingo De Los Tsáchilas	1,081	56	47	91	527	15	12	241	40	27	25	
Sucumbios	48	3	-	-	44	-	-	-	1	-	-	
Tungurahua	1,076	210	13	128	500	28	7	174	7	1	8	
Zamora Chinchipe	47	2	1	2	32	2	2	3	2	1	-	

Elaboración: Instituto Nacional de Estadística y Censos - INEC

Fuente: Agencia Nacional de Tránsito - ANT 2021

Como constancia y de acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística y Censo en el año 2021 tomando los datos de accidentes nacionales es decir el total de 21.352 accidentes y teniendo en cuenta que por impericia o imprudencia del conductor suman un total de 9.281 lo que a su vez implica un 43% de los siniestros de tránsito nos da una idea de la severidad del asunto con respecto a los errores humanos y su incidencia en la siniestralidad a nivel nacional. (INEC, 2021)

En Ecuador, la mayoría de los accidentes de tránsito son causados por errores humanos, siendo el olvidarse de encender las luces del vehículo en condiciones de poca luminosidad una de las posibles causas. Se propone diseñar y construir un sistema capaz de detectar el inicio del movimiento del vehículo y alertar al conductor sobre la necesidad de encender las luces, especialmente enfocado en las personas mayores, quienes enfrentan mayores desafíos cognitivos al envejecer.

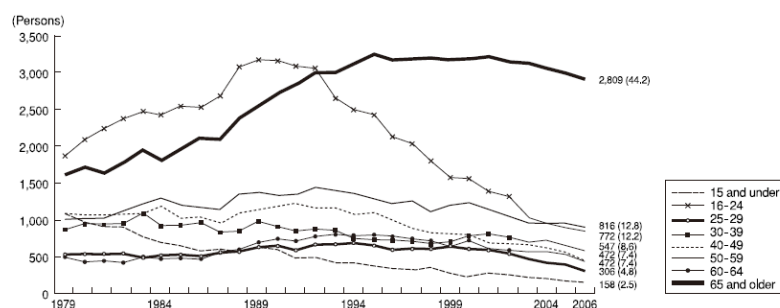
La Organización Mundial de la Salud ha identificado una serie de problemas de salud mental y cognitiva que son comunes en las personas mayores. Estos incluyen trastornos como la demencia,

la depresión y la ansiedad, así como problemas de sueño y deterioro cognitivo. Estas condiciones pueden afectar la capacidad de un conductor para procesar información, tomar decisiones rápidas y mantener la atención en la carretera, lo que aumenta el riesgo de accidentes. (Organización Mundial de la Salud, 2023)

Por lo tanto, la implementación de tecnologías como los ADAS puede ser especialmente beneficiosa para los conductores mayores, ya que pueden proporcionar un apoyo adicional y compensar algunas de las deficiencias relacionadas con la edad. Sin embargo, es crucial que se brinde una educación adecuada sobre cómo utilizar estas tecnologías de manera efectiva para garantizar su beneficio máximo y mejorar la seguridad vial para todos los usuarios de la carretera.

Figura 2

Ilustración de accidentes por rango de edad.



Fuente: A cooperative assistance system between vehicles for elderly drivers (HASHIMOTO, KATO, & TSUGAWA, 2009)

Como se puede visualizar en la figura 2 existe una diferencia en la tasa de accidentes en el grupo de 25-29 años y el grupo de 65 años o más de alrededor del 84%. En este estudio se determinó que esto se debe a distintos factores como el no respetar señales de tránsito, frenadas o cambios de carril bruscos y sin aviso, junto con el exceso de confianza y seguridad de que se veía inconsistencia cuando evaluaba un instructor externo. (HASHIMOTO, KATO, & TSUGAWA, 2009) Lo que nos demuestra que gran parte de los accidentes de tránsito surgen en un contexto de falla humana.

En Europa, el aumento de la población de la tercera edad que continúa conduciendo representa un riesgo significativo en las carreteras, principalmente debido a las limitaciones funcionales y la vulnerabilidad física de este grupo. En Japón, a pesar de una disminución en el número de muertes por accidentes de tránsito en grupos más jóvenes, la tasa de mortalidad entre las personas mayores sigue siendo alta. Se ha observado un deterioro gradual en la competencia de conducción de los conductores de edad avanzada, lo que los hace más propensos a adoptar comportamientos de conducción arriesgados. (DAVIDSE, 2006)

En Alemania, se ha demostrado que la aceptación de los sistemas de asistencia al conductor está influenciada por factores como la confianza en la tecnología y la percepción de utilidad. Es

esencial capacitar a los usuarios sobre el uso adecuado de estos sistemas para maximizar su efectividad y seguridad. (Günthner, 2022)

Se ha determinado que las condiciones de baja luminosidad aumentan la probabilidad de accidentes, especialmente entre los conductores de edad avanzada debido al deterioro cognitivo asociado con la edad. (Benito, Fernández-Balbuena, Martínez-Antón, & Molini, 2022)

Por lo tanto, el objetivo de implementar un dispositivo de encendido automático de luces es brindar apoyo a este grupo vulnerable y garantizar una respuesta instantánea a las condiciones de conducción adversas, como lluvia, niebla y baja iluminación en carreteras y túneles.

La seguridad vial es un tema de suma importancia en la sociedad moderna, ya que afecta directamente la vida y el bienestar de todas las personas que utilizan las vías de tránsito. La conducción segura es crucial para prevenir accidentes y lesiones, y se vuelve aún más crítica en condiciones adversas como la baja visibilidad. En este sentido, los dispositivos de asistencia a la conducción juegan un papel fundamental en la mejora de la seguridad en las carreteras, especialmente para los conductores de mayor edad. (Basu & Saha, Evaluation of risk factors for road accidents under mixed traffic: Case study on Indian Highways, 2022)

Los conductores de la tercera edad representan una parte significativa de la población conductora en muchos países. Con el envejecimiento de la población, el número de conductores mayores ha ido en aumento, lo que plantea desafíos adicionales en términos de seguridad vial. Si bien muchos conductores mayores mantienen habilidades de conducción sólidas, también es cierto que pueden experimentar ciertos cambios físicos y cognitivos asociados con la edad, lo que puede afectar su seguridad al volante. (Baur & Vollrath, 2023)

En muchos países, la falta de iluminación adecuada de los vehículos durante la noche es una preocupación constante debido a los riesgos que representa para la seguridad vial. Además del olvido de encender las luces, otros factores como fallas en el sistema eléctrico del automóvil o la negligencia del conductor pueden contribuir a esta situación. Por lo tanto, desarrollar soluciones efectivas para mejorar la visibilidad de los vehículos en condiciones de baja luminosidad es una prioridad en la investigación de seguridad vial. (Oztürk, Merat, Rowe, & Fotios, 2023)

La situación es aún más crítica en áreas urbanas densamente pobladas, donde el tráfico es más intenso y la interacción entre peatones, ciclistas y conductores es frecuente. En estas circunstancias, un vehículo sin luces es especialmente peligroso, ya que puede ser difícil para los demás usuarios de la vía identificarlo a tiempo para evitar colisiones. Por lo tanto, la implementación de sistemas automáticos de encendido de luces puede contribuir significativamente a reducir la incidencia de accidentes y mejorar la seguridad vial en entornos urbanos y suburbanos. (Basu & Saha, Evaluation of risk factors for road accidents under mixed traffic: Case study on Indian Highways, 2022)

Además de la automatización del encendido de luces, se están explorando otras tecnologías avanzadas para mejorar la seguridad vial, como los sistemas de asistencia al conductor ADAS, por sus siglas en inglés. Estos sistemas utilizan sensores y algoritmos avanzados para detectar peligros potenciales en la carretera y proporcionar advertencias o intervenciones automáticas para ayudar al conductor a evitar accidentes. La integración de estos sistemas con el dispositivo de encendido

automático de luces puede proporcionar una solución aún más completa para mejorar la seguridad vial y reducir la incidencia de accidentes.

En resumen, abordar el problema de la falta de iluminación adecuada de los vehículos durante la noche es fundamental para mejorar la seguridad vial y reducir la incidencia de accidentes. La implementación de sistemas automáticos de encendido de luces, junto con tecnologías avanzadas como los sistemas de asistencia al conductor, puede desempeñar un papel crucial en la creación de entornos viales más seguros para todos los usuarios de la carretera.

OBJETIVOS

Objetivo General:

Desarrollar y validar un sistema de seguridad activa para vehículos que alerte a los conductores, brindando soporte a los grupos vulnerables, sobre la necesidad de encender las luces en condiciones de baja visibilidad, con el fin de mejorar la seguridad vial y reducir la probabilidad de accidentes de tránsito relacionados con la falta de iluminación vehicular.

Objetivos Específicos:

1. Diseñar un prototipo de dispositivo de seguridad activa, basado en el procesamiento de datos con el uso de una placa Arduino Uno.
2. Evaluar el desempeño y efectividad del dispositivo en condiciones reales, por medio de una serie de pruebas.
3. Optimizar el código de programación y el proceso de instalación del dispositivo para el Vitara JX.

MARCO TEÓRICO

La implementación de sistemas inteligentes de transporte, que incluyen tecnologías como los sistemas avanzados de asistencia al conductor (ADAS), ha sido un enfoque clave en la industria automotriz durante varios años. Estos sistemas están diseñados para proporcionar ayudas y alertas al conductor con el objetivo de mejorar la seguridad vial y reducir la incidencia de accidentes. Los ADAS pueden incluir características como frenado automático de emergencia, mantenimiento de carril, control de cruce adaptativo y monitoreo de puntos ciegos, entre otros. Su objetivo principal es complementar las habilidades del conductor y mitigar los riesgos asociados con el error humano.

Este estudio toma el enfoque en el ámbito de la visibilidad y como las condiciones de luminosidad afectan en los tiempos de reacción del conductor debido a la disminución de rango de visión. Partiendo de este punto se determina que el uso adecuado del sistema de luces del vehículo mejora la visibilidad tanto del conductor como de las personas y vehículos que lo rodean.

Un sistema de seguridad activa del vehículo puede definirse como el conjunto de medidas y tecnologías implementadas en vehículos automotores para prevenir accidentes y mitigar sus consecuencias mientras el vehículo se encuentra en movimiento. Esto incluye dispositivos como las luces diurnas de circulación (DRLs), cuya función es aumentar la visibilidad del vehículo durante el día y, por ende, reducir la probabilidad de colisiones con otros vehículos. En esencia, la seguridad activa se centra en la prevención de accidentes y la protección de los ocupantes y otros usuarios de la vía mediante la aplicación de tecnologías diseñadas para mejorar la capacidad de respuesta del vehículo y reducir los riesgos asociados con la conducción. (Elvik, 2003)

Numerosos estudios han concluido que las luces diurnas de circulación poseen una efectividad significativa en la reducción de accidentes múltiple durante el día. Un análisis estadístico llevado a cabo por Elvik, Christensen y Fjeld Olsen (2003), que incorporó 25 estudios focalizados en el impacto en vehículos automotores, reveló que la implementación conlleva una disminución del 5–15 % en el número de accidentes con terceros durante el día en automóviles.

Posteriormente, Knight (2006) realizó una revisión exhaustiva de investigaciones sobre DRLs promovidas por la Comisión Europea, incluyendo el estudio mencionado previamente. Sus conclusiones indicaron que, aunque existe una evidencia sustancial de que las DRLs resultan en una disminución en las tasas de lesiones, persiste una incertidumbre respecto al tamaño exacto del efecto, proponiendo un rango medio entre el 3.9 % y el 5.9 % para accidentes de todas las severidades de lesiones.

Un estudio posterior sobre la efectividad del sistema realizado por la Administración Nacional de Seguridad del Tráfico en Carreteras de los Estados Unidos encontró que estas luces redujeron significativamente la participación de vehículos SUV en accidentes vehiculares durante el día, en un 5.7 % (Wang, 2011). Asimismo, un análisis llevado a cabo por Pešić, Trifunović, Ivković, Čičević y Žunjić (2019) presentó una revisión de la literatura publicada desde finales del siglo XX sobre el impacto de las DRLs, observando que, aunque se ha generado una considerable cantidad de investigaciones sobre su efectividad para reducir accidentes, los estudios más recientes identificados se enfocan principalmente en la seguridad de motociclistas, ciclistas y peatones.

La seguridad vial es un tema de suma importancia en la sociedad moderna, ya que afecta directamente la vida y el bienestar de todas las personas que utilizan las vías de tránsito. La conducción segura es crucial para prevenir accidentes y lesiones, y se vuelve aún más crítica en condiciones adversas como la baja visibilidad. En este sentido, los dispositivos de asistencia a la conducción juegan un papel fundamental en la mejora de la seguridad en las carreteras, especialmente para los conductores de mayor edad. Los conductores de la tercera edad representan una parte significativa de la población conductora en muchos países. Con el envejecimiento de la población, el número de conductores mayores ha ido en aumento, lo que plantea desafíos adicionales en términos de seguridad vial. Si bien muchos conductores mayores mantienen habilidades de conducción sólidas, también es cierto que pueden experimentar ciertos cambios físicos y cognitivos asociados con la edad, lo que puede afectar su seguridad al volante. (HORIKAWA, MORIZONO, & Akemi KOGA, 2009)

En condiciones de baja visibilidad, como la niebla densa, la lluvia intensa o la oscuridad, la conducción se convierte en un desafío aún mayor. En tales circunstancias, es esencial contar con dispositivos que puedan ayudar a mitigar los riesgos asociados. Uno de los problemas más comunes en estas situaciones es la falta de activación de las luces del vehículo, lo cual puede aumentar significativamente el peligro en la carretera.

Sin embargo, la efectividad de estos sistemas depende en gran medida de la comprensión y el uso adecuado por parte del conductor. Es esencial proporcionar una capacitación adecuada sobre cómo operar y aprovechar al máximo estas tecnologías. Esto es importante para los conductores más vulnerables, como los adultos mayores, que pueden enfrentar desafíos adicionales por el deterioro cognitivo y físico asociado con la edad. (Yap & Tan, 2022)

Por lo tanto, la implementación de tecnologías como los ADAS puede beneficiar especialmente a los conductores mayores, ya que pueden dar un apoyo adicional y compensar algunas deficiencias relacionadas con la edad. Sin embargo, es crucial que se brinde una educación adecuada sobre cómo utilizar estas tecnologías de manera efectiva para garantizar su beneficio máximo y mejorar la seguridad vial para todos los usuarios de la carretera.

Para abordar este problema, se propone desarrollar un dispositivo diseñado específicamente para alertar a los conductores sobre la importancia de encender las luces de su vehículo en condiciones de baja visibilidad. Este dispositivo no solo busca mejorar la seguridad de los conductores mayores, sino también contribuir a la protección de todos los usuarios de las vías, promoviendo una conducción más segura y responsable en todas las edades. Para abordar este problema, se propone desarrollar un dispositivo diseñado específicamente para alertar a los conductores sobre la importancia de encender las luces de su vehículo en condiciones de baja visibilidad. Este dispositivo no solo busca mejorar la seguridad de los conductores mayores, sino también contribuir a la protección de todos los usuarios de las vías, promoviendo una conducción más segura y responsable en todas las edades.

Es importante destacar que el desarrollo y la implementación de dispositivos de asistencia a la conducción deben ir acompañados de una adecuada capacitación y educación para los usuarios. En ausencia de una introducción y educación tecnológica por parte de los proveedores, es posible que los consumidores permanezcan desinformados sobre las tecnologías de seguridad y no aprovechen sus funciones de manera correcta. Por lo tanto, la capacitación sobre el uso de estos sistemas es esencial para garantizar su efectividad y maximizar su impacto en la seguridad vial.

Además, es importante considerar las necesidades específicas de los conductores mayores al diseñar dispositivos de asistencia a la conducción. Esto incluye tener en cuenta los posibles cambios físicos y cognitivos asociados con la edad, así como la experiencia y las habilidades de conducción de cada individuo. Al diseñar dispositivos que sean intuitivos y fáciles de usar, se puede aumentar la probabilidad de que los conductores mayores los utilicen de manera efectiva y aprovechen al máximo sus beneficios en términos de seguridad vial. (Haghzare, Campos, Bak, & Mihailidis, 2021)

Para respaldar la necesidad de este tipo de dispositivos, es útil examinar la investigación previa sobre la seguridad vial y los accidentes de tráfico relacionados con la baja visibilidad. Numerosos estudios han demostrado que las condiciones de baja visibilidad aumentan significativamente el riesgo de accidentes de tráfico, especialmente en condiciones de niebla densa o lluvia intensa. En estos casos, los conductores pueden tener dificultades para ver otros vehículos, señales de tráfico y obstáculos en la carretera, lo que aumenta el riesgo de colisiones y lesiones. (Benito, Fernández-Balbuena, Martínez-Antón, & Molini, 2022)

Además, se ha observado que los conductores mayores pueden ser particularmente vulnerables en estas condiciones, debido a posibles cambios en la agudeza visual, la percepción del espacio y la capacidad de reacción. Por lo tanto, es crucial implementar medidas específicas para ayudar a los conductores a enfrentar los desafíos asociados con la baja visibilidad y reducir su riesgo de accidentes de tráfico. (Bucsuházya, y otros, 2020)

Una forma efectiva de abordar este problema es mediante el desarrollo de dispositivos de asistencia a la conducción diseñados específicamente para los conductores mayores. Estos dispositivos pueden incluir alertas visuales y auditivas que adviertan a los conductores sobre la necesidad de encender las luces del vehículo en condiciones de baja visibilidad. Además, podrían incorporar tecnologías avanzadas, como sensores de luz y sistemas de detección de obstáculos, para proporcionar información adicional sobre el entorno de conducción y ayudar a los conductores a tomar decisiones más seguras.

En términos de implementación, es fundamental garantizar que estos dispositivos estén ampliamente disponibles y accesibles para todos los conductores. Esto podría implicar trabajar en estrecha colaboración con fabricantes de vehículos y proveedores de dispositivos de seguridad para integrar estas tecnologías en los vehículos nuevos y existentes. Además, podría ser útil proporcionar incentivos, como descuentos en el seguro o subsidios gubernamentales, para fomentar la adopción de estos dispositivos por parte de los conductores mayores. (Abraham, McAnulty, & Mehler, 2017)

El desarrollo y la implementación de dispositivos de asistencia a la conducción diseñados específicamente para los conductores mayores pueden desempeñar un papel crucial en la mejora de la seguridad vial y la reducción del riesgo de accidentes de tráfico relacionados con la baja visibilidad. Al proporcionar alertas y asistencia en tiempo real, estos dispositivos pueden ayudar a los conductores mayores a enfrentar los desafíos asociados con la conducción en condiciones adversas y mejorar su seguridad y la de otros usuarios de las vías. Sin embargo, es importante que estos dispositivos se diseñen de manera cuidadosa y se implementen de manera efectiva, teniendo en cuenta las necesidades y preferencias específicas de los conductores mayores, así como los desafíos únicos asociados con el envejecimiento. Con el desarrollo y la adopción adecuados de estos dispositivos,

podemos trabajar hacia un futuro en el que todos los conductores, independientemente de su edad, puedan disfrutar de la conducción de manera segura y responsable.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para este estudio se utilizaron dos enfoques de metodología la inductiva y deductiva. La metodología inductiva aplicada en este estudio se basa en la observación y el análisis de datos empíricos recolectados durante las pruebas de campo del dispositivo de seguridad activa. A lo largo de estas pruebas, se monitoreó cómo el sistema respondía en diversas condiciones de visibilidad, incluyendo situaciones de lluvia, atardecer, túneles, y carreteras rurales sin iluminación artificial. Los datos recopilados permitieron identificar patrones en los tiempos de reacción y la fiabilidad del dispositivo, generando hipótesis sobre su efectividad en mejorar la seguridad vial. Esta observación directa y la posterior interpretación de los resultados forman la base del enfoque inductivo, permitiendo derivar conclusiones y generar nuevas teorías a partir de la experiencia práctica y los resultados obtenidos en el entorno real. El enfoque deductivo de la metodología se centra en la aplicación de principios teóricos y normativas preexistentes para el diseño y la validación del dispositivo de seguridad. Inicialmente, se utilizaron conceptos establecidos en la literatura sobre seguridad vial y tecnología de asistencia al conductor para definir los criterios de funcionamiento y los objetivos del sistema. Estos principios guiaron el desarrollo del código de programación y la integración de componentes técnicos, asegurando que el dispositivo cumpliera con estándares específicos de desempeño. Posteriormente, las pruebas de campo sirvieron para verificar estas teorías, comprobando que el sistema operaba conforme a las expectativas establecidas por el marco teórico. Este proceso deductivo garantiza que el diseño del dispositivo esté fundamentado en conocimientos sólidos y que sus resultados sean fiables y reproducibles.

Es necesario emplear un método medible para desarrollar el sistema de seguridad activa destinado a la iluminación de vehículos. Este proceso implica la implementación de un circuito que activará la alarma e iluminación DRL, utilizando resistencias variables LDR, un parlante y una placa programable. El objetivo es controlar tanto el sonido de alerta como la iluminación diurna en condiciones de funcionamiento del sistema con relación al ambiente.

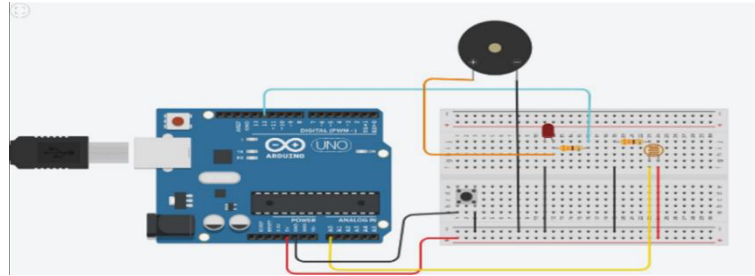
Una limitación identificada es la incertidumbre sobre el inicio del recorrido del vehículo. Para abordar esta cuestión, se verificará la posición de la llave en el modo de accesorios del vehículo interceptando la señal USB de la radio.

Se instaló el dispositivo en un vehículo de gama media-baja que carecía de estas medidas de seguridad, eligiendo el modelo Vitara JX del año 2005, siendo uno de los modelos más comunes en el mercado ecuatoriano. El propósito fue evaluar y medir el rendimiento del dispositivo mediante tablas de tiempos de reacción en diversas condiciones, como baja iluminación después de las 18 horas, condiciones de lluvia, entrada a un túnel, entre otras variables que influyen en el rendimiento del dispositivo. Se buscó un enfoque cuantitativo, logrado mediante tabulaciones de tiempos de reacción para validar la regulación de ciertos parámetros y mejorar la respuesta del sistema.

Como primer paso, se diseñó el circuito en el programa Tinkercad para medir y verificar tanto el código de programación como las condiciones de baja iluminación en las que opera el dispositivo.

Figura 3

Boceto de conexiones en Tinkercad.



Como se puede verificar en la figura 3, se realizaron las respectivas conexiones del parlante en el pin 11 de la placa Arduino, la misma está condicionada por la señal de luz receptada por la resistencia variable LDR, que a su vez envía la señal de lectura por medio del pin analógico AO al procesador de la placa, adicional el pulsador simula el encendido de las luces que a su vez desactiva el sistema de alarma.

Por otro lado se implementa un relé que accionado por el microprocesador que permite activar y desactivar las luces diurnas instaladas en el vehículo. Estas luces están alimentadas por la batería del vehículo y resguardadas con fusibles para prevenir un daño en el sistema en caso de una sobrecarga. El relé funcionará como un switch que cierra el circuito que permite el encendido de estos faros de tipo LED. En los anexos se puede evidenciar imágenes de la instalación eléctrica de los faros

Figura 4

Programación en C++

```

void loop() {
  // Verificamos si el pin 11 está alimentado
  if (digitalRead(pinAlimentacion) == HIGH) {
    // Si el pin 11 está alimentado, no hacemos nada y salimos del loop
    analogWrite(pinBuzzer, 0);
    delay(250);
    return;
  }

  // Si el pin 11 no está alimentado, leemos la señal del sensor de luz
  int nivel_luz = analogRead(pinSensorLuz);
  Serial.println(pinSensorLuz);

  // Ajusta el umbral de iluminación según sea necesario
  if (nivel_luz > 300) {
    // Si el nivel de luz es bajo, activamos el buzzer
    analogWrite(pinBuzzer, 9);
    digitalWrite(pinDRL, LOW);
    delay(500);
    analogWrite(pinBuzzer, 0);
    Serial.println("Iluminacion baja - Buzzer activado");
  } else {
    // Si no es bajo, apagamos el buzzer
    analogWrite(pinBuzzer, 0);
    digitalWrite(pinDRL, HIGH);
    Serial.println("Iluminacion suficiente - Buzzer apagado");
  }
}

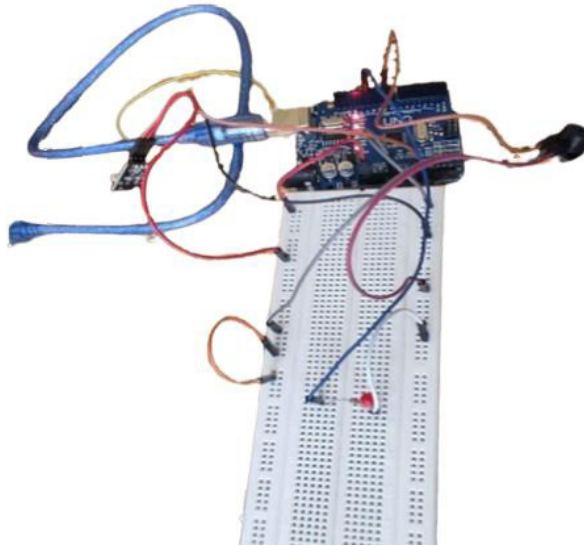
```

Como se puede observar en la figura 4, se implementa un bucle que depende siempre de la información recibida del sensor de iluminación. En este punto se puede calibrar sin necesidad de usar un potenciómetro a que voltaje se activará el sistema de esta manera se puede determinar una iluminación estándar bajo la cuál podrán funcionar los dos circuitos. Las luces DRL funcionarán cuando la iluminación sea alta, de esta manera permitirá una mejor visibilidad en condiciones de conducción de día, en la noche por la baja luminosidad se apagaran las luces diurnas y se activará la alerta de encendido de luces medias para que de esta manera el conductor no se confunda y proceda a activar la iluminación normal.

Después de finalizar las pruebas en el programa, se avanzó con la creación del modelo físico utilizando un protoboard y Arduino uno. Se emplearon cables, focos LED, una bocina y una computadora para cargar el código de programación en la placa de Arduino uno.

Figura 5

Conexiones de prueba en protoboard.



Como se evidencia en la figura 5, se establecieron las conexiones según los pines especificados en el diseño inicial del programa en Tinkercad. Además, se verificó el rendimiento del sensor de resistencia variable en condiciones de baja y normal luminosidad, observándose un funcionamiento óptimo y sin incidencias. Por consiguiente, se optó por prescindir del uso del protoboard, llevando a cabo todas las conexiones requeridas directamente en la placa de Arduino uno.

Figura 6

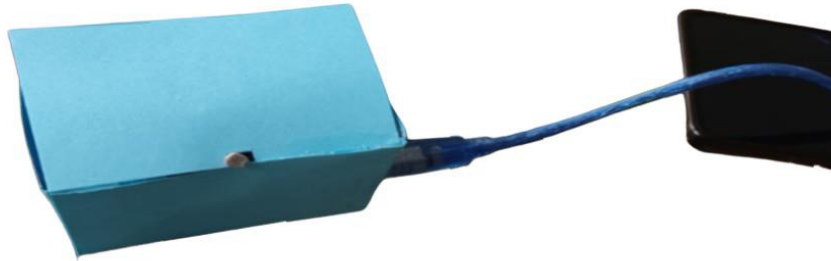
Programación de la placa Arduino



El propósito de eliminar el protoboard es simplificar el sistema y obtener un diseño más compacto y fácil de instalar, reduciendo así la posibilidad de complicaciones a largo plazo en su rendimiento. Tras verificar que el sistema funcionaba correctamente en la placa y en diversas condiciones de funcionamiento junto con el código de programación, se determinó la necesidad de contar con una carcasa o estuche para proteger los componentes expuestos y prevenir posibles fallos causados por manipulaciones. Por lo tanto, se procedió a elaborar una primera carcasa utilizando cartulina para obtener las medidas necesarias y luego diseñarla para su fabricación mediante impresión 3D.

Figura 7

Boceto inicial de caja en cartulina.



Como se observa en la figura 7 se desarrolló la carcasa inicial, cabe destacar que en este se tomaron las medidas de la toma de luz y de la conexión del Arduino y con este boceto se instala y verifica distancias del cableado en el vehículo, en este caso en el Suzuki Vitara.

Figura 8

Instalación de primer prototipo

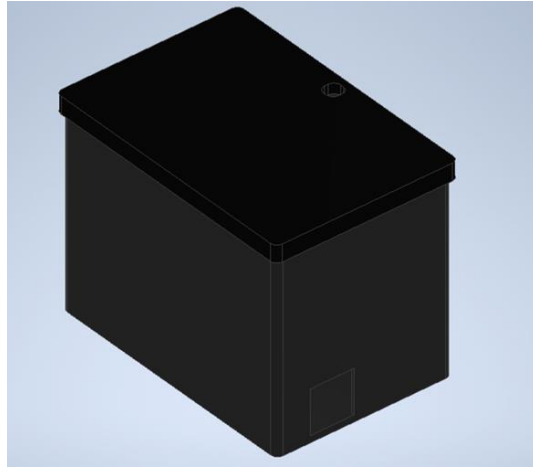


Los adultos mayores a menudo encuentran complicaciones con dispositivos tecnológicos costosos o difíciles de entender y utilizar. Por lo tanto, es crucial que este dispositivo sea fácil de usar y confiable. Se optó por utilizar la conexión USB porque no interfiere con otros sistemas, y en caso de problemas, puede desconectarse fácilmente.

Una vez se comprobaron medidas del cableado y que las tomas de luz funcionan de manera correcta se procedió con el diseño en Autodesk Inventor, utilizando las medidas del prototipo inicial.

Figura 9

Diseño CAD de la caja

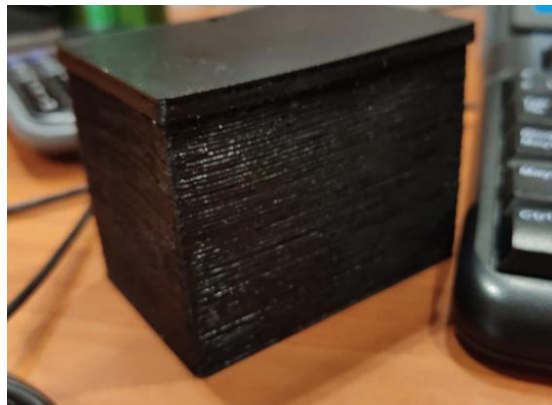


Como se observa en la figura 9, se consigue desarrollar una réplica similar en forma al prototipo inicial, pero se estiliza las esquinas y redondea la toma de luz para un mejor acople del sensor. Como fue propuesto desde el inicio el objetivo de este boceto es que sea impreso en plástico y así asegurar la integridad de la conexión de los componentes del dispositivo en su interior.

Después de validar las dimensiones, se transfirió el diseño a un programa de modelado en 3D, utilizando un grosor de 2 mm para las paredes del cuerpo principal y de 3 mm para la tapa. Se dio prioridad al ajuste y la fijación del sensor en la tapa, ya que este sensor desempeña un papel crucial en las variables que se estudian. Una lectura incorrecta podría afectar negativamente el desarrollo e interpretación de los datos del programa.

Figura 10

Primera versión de la caja impresa en 3D



En base a la figura número 10 se logra evidenciar el producto final de la impresión 3D respetando las medidas establecidas desde un principio, y obteniendo como ventaja una mayor rigidez del diseño.

Figura 11

Comparativa de las dos versiones de caja desarrolladas

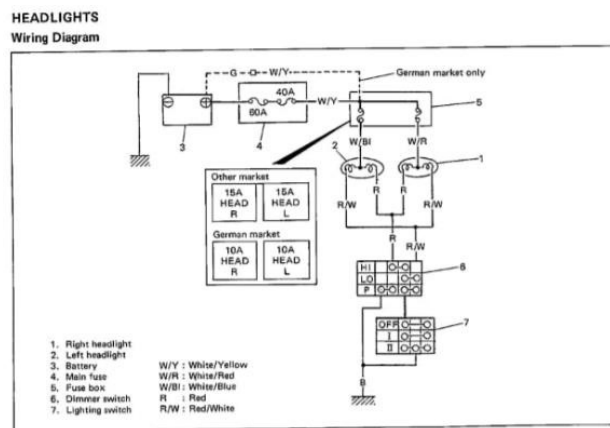


Como se puede apreciar en la figura 11, en la primera versión impresa, las medidas con poca holgura en comparación con el diseño original dificultaron la instalación del dispositivo. Por lo tanto, se creó un nuevo modelo con dimensiones más amplias, considerando las deficiencias del primer prototipo. Se aumentó el grosor de las paredes a 3 mm para proporcionar mayor rigidez a la estructura y protección a los componentes internos.

Después de instalar el dispositivo en el modelo definitivo, se llevó a cabo la verificación de las conexiones con el sistema eléctrico del vehículo. Mediante la consulta del manual de usuario, se identificaron los colores de los cables de las luces y se ubicó el fusible adecuado.

Figura 12

Mapa eléctrico de los faros de un Suzuki Vitara



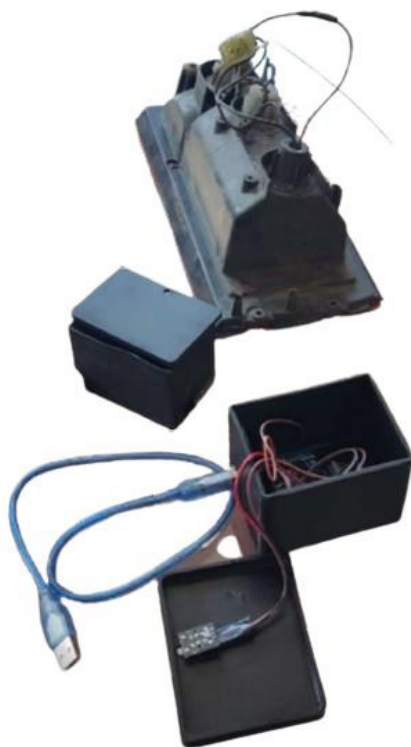
Como se evidencia en la figura 12, las conexiones del sistema de luces y las configuraciones del interruptor del controlador son cruciales para el funcionamiento adecuado de este sistema. Por lo tanto, se procedió a desmontar el tablero de la unidad para verificar los colores de los cables y determinar desde cuál se podría interceptar la señal de encendido de luces.

Durante el proceso de desmontaje, surgió un desafío inicial: había varios cables con los mismos colores provenientes del controlador del volante, lo que aumentaba el riesgo de interceptar una señal

incorrecta. Basándose en el manual de usuario, se verificó la posición de los fusibles. Sin embargo, al usar un multímetro para medir la señal de voltaje, se observó que no superaba los 0.26 voltios, lo que impedía que el Arduino la leyera correctamente.

Figura 13

Conexión del faro al dispositivo



En esta situación, para capturar la señal, se verificó el voltaje de lectura en el conector de las luces traseras, donde se encontraron valores promedio de 3 voltios. Por lo tanto, se decidió desmontar el faro y conectar un cable calibre 14 desde el terminal positivo de las luces traseras. Esto se hizo para verificar si las luces se encendían y, como resultado, se decidió no utilizar la alarma sonora de alerta.

Figura 14

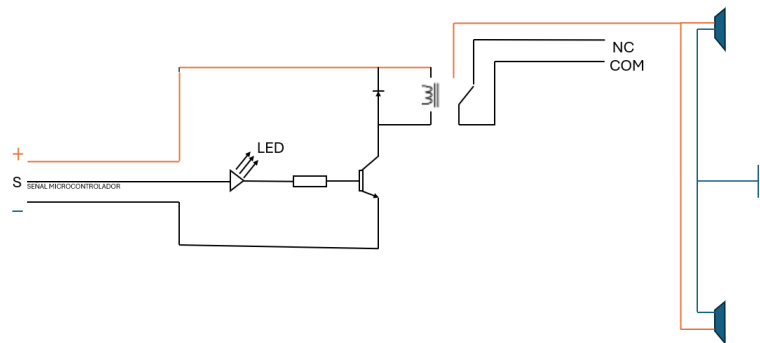
Instalación en el vehículo



En la figura 14, se nota que al realizar las conexiones adecuadamente, se logró confirmar que el sistema de luces se activaba correctamente. Se pasó el cable de la señal a través de la tapicería interna, manteniéndolo protegido y oculto dentro del diseño original del vehículo. Es importante destacar que se utilizó aproximadamente 4 metros de cable para extenderlo hasta el tablero.

Figura 15

Mapa de conexión de faros DRL



Como se puede observar en la figura 15 se realiza un sistema de activación del DRL por medio de un RELE de Arduino el cual procesa tres señales, una positiva que energiza el relé que por medio de un LED confirma la llegada de energía, en el segundo pin se recibe la señal de condiciones de luminosidad para activar las luces diurnas o la alerta de encendido de luces medias, y la tierra que cierra el sistema. Por el pin de señal se protege por medio de una resistencia y pasa por un transistor

que energiza el bobinado interno que cambia de posición de NC o circuito abierto a circuito cerrado encendido de esta forma las luces diurnas.

En la figura 16 se puede ver cómo se instala el relé que activará las luces diurnas ocultando todo el cableado detrás del tablero para que este no sea manipulado y no represente una distracción para el conductor.

Figura 16

Instalación de relé de sistema DRL



Posterior a esto se validan todas las conexiones tanto de sensores y actuadores en la placa previo a la instalación de esta en el tablero, de esta manera garantizando el correcto funcionamiento del dispositivo.

Figura 17

Dispositivo instalado en funcionamiento



Tras culminar la instalación se procedió con las primeras pruebas con tiempos de respuesta inmediata a los estímulos de luz al accionar la alarma sonora y al apagarla en el preciso momento de encendido de las luces. Se procedió con las pruebas en distintos entornos para comprobar posibles fallas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante la fase de pruebas, se detectó una falla significativa en el sistema de luces diurnas, la cual provocaba que éste solo se activara cuando se encendían las luces medias del vehículo. Esta limitación era crítica, ya que impedía que el dispositivo funcionara correctamente bajo las condiciones previstas de baja visibilidad, como al atardecer, durante la noche, en condiciones de lluvia o en túneles. El sistema no se activaba de manera autónoma en estos escenarios, lo que comprometía la seguridad del conductor y de otros usuarios de la vía. Para solucionar este problema, se llevó a cabo una revisión exhaustiva del código de programación del dispositivo. Se implementó una corrección que permitía que la señal de arranque del sistema se generara automáticamente al energizar la placa Arduino Uno. Esta modificación fue crucial, ya que garantizó que el sistema se activara adecuadamente desde el momento en que el vehículo iniciaba su funcionamiento, independientemente del estado de las luces medias. Con esta mejora, se aseguró que el dispositivo pudiera operar de manera efectiva y fiable en diversas condiciones de visibilidad, cumpliendo así con su propósito de aumentar la seguridad vial y reducir la probabilidad de accidentes relacionados con la falta de iluminación vehicular. Esta corrección no solo mejoró el desempeño del sistema, sino que también reforzó su fiabilidad, asegurando que los conductores recibieran la asistencia necesaria para mantener una conducción segura en todas las circunstancias.

Se desarrolló un método cuantificable mediante la creación de varios códigos de programación, evaluando luego el rendimiento de cada uno frente a diversas variables independientes del estudio, tales como condiciones climáticas y entornos con escasa o nula iluminación.

Tabla 1.

Desglose de variables contempladas

	<i>Lluvia</i>	<i>Atardecer(6 PM)</i>	<i>Túneles</i>	<i>Carreteras rurales</i>
Código 1	2	5	5	9
Código 2	5	3	4	5
Código 3	4	1	9	2

La tabla 1 presenta cuatro variables independientes que determinan el tiempo de respuesta de la alarma del dispositivo en diversas condiciones: lluvia, atardecer, entrada a túneles y estacionamientos, y, por último, en carreteras rurales sin iluminación artificial. Se comparan estas variables con los distintos códigos de programación desarrollados para evaluar el tiempo de reacción.

Tabla 2

Análisis de varianza.

Análisis de varianza de un factor

RESUMEN

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
TR Condición	3	11	3.666666667	2.333333333
TR Después de	3	9	3	4
TR Túneles	3	18	6	7
TR Carreteras	3	16	5.333333333	12.33333333

TR= Tiempo de Respuesta
Unidad de tiempo en Segundos

Empleando los datos de los tiempos de reacción, se realiza un análisis de varianza de un solo factor, considerando el número de repeticiones, la suma total de estos tiempos, un promedio y una varianza dentro de los rangos de tiempos de reacción, expresados en segundos.

Tabla 3

Análisis de dispersión de la varianza.

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de la variación	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	3	5.888888889	0.917748918	0.47472029	4.066180551
Dentro de los	8	6.416666667			
Total	69	11			

Como se muestra en la tabla 3, se lleva a cabo un análisis de dispersión considerando la probabilidad y el intervalo de valores dentro de los datos presentados, donde el valor crítico para F es de 4.066. Observamos que el valor de F obtenido es de 0.91, lo que indica que, al aplicar la fórmula.

$F < F_{crit}$ aceptamos la hipótesis nula.

Se puede concluir que no hay una diferencia significativa en la varianza, lo que lleva al rechazo de la hipótesis nula y sugiere que los tiempos de reacción no son significativamente afectados por la elección de un código de programación sobre otro. Esto implica que se utilizaron varianzas y datos que podrían no ser válidos en condiciones diferentes a las evaluadas, manteniendo así el enfoque lo más simple y confiable posible.

Una vez determinamos el código final en base a los mejores tiempos de reacción realizando las modificaciones en la sensibilidad de sensores con su respectivo rango analógico que permite realizar calibraciones más precisas adicional de modificar parámetros sin el cambio de componentes, se realizaron 10 pruebas bajo condiciones iniciales con el fin de obtener datos de probabilidad estadística del evaluó del funcionamiento con un porcentaje de acierto que se detalla a continuación:

Tabla 4

Análisis de fiabilidad del dispositivo

Condición	Iluminación (Lux)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Efectividad de funcionamiento (%)
Lluvia	100-250	Si	Si	Si	No	Si	Si	No	Si	Si	Si	80
Túneles	15-50	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	100
Atardecer (6PM)	150-300	Si	No	No	Si	No	Si	Si	Si	Si	Si	70
Carreteras rurales	100-250	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	No	Si	Si	80

Como se puede observar en la tabla 4 el dispositivo cuenta con alta fidelidad del accionamiento dentro de las 10 pruebas realizadas de los distintos parámetros se logró determinar un 100% de efectividad al ingreso a túneles lo cual cumple con la normativa de Tránsito la misma que establece disposiciones específicas para el uso de luces en túneles. Según el Artículo 185 del Reglamento de Tránsito (Acuerdo Ministerial No. 017-2020), se establece los siguientes puntos:

- Durante el día, en todos los túneles o tramos de vías cubiertas, los conductores deben mantener encendidas las luces bajas de su vehículo.
- Durante la noche o en condiciones de baja visibilidad, se requiere el uso de las luces bajas o luces de cruce, así como las luces antiniebla delanteras si las condiciones lo ameritan.

En el caso del porcentaje más bajo de accionamiento fue en la transición del atardecer a partir de las 18:00 horas, debido a la varianza de las condiciones de luminosidad según las condiciones climáticas del día que se evalúa, en estas pruebas se concretó el estudio con un porcentaje de funcionamiento correcto del 70% de las veces.

Mientras que en las condiciones de lluvia que por lo general presenta baja luminosidad por el cielo nublado y en carreteras rurales en horarios nocturnos se determinó un 80% de efectividad de accionamiento en las que los resultados negativos se vieron afectados por condiciones particulares como el uso o zonas con iluminación publica como lo son postes de alumbrado o en condiciones de lluvia en las que existe poca acumulación de nubes. Lo importante es que en ambos casos se mantendrían las luces de circulación diurna encendidas como apoyo a la conducción y seguridad vial.

De igual forma se realiza mediciones de los niveles de luminosidad con un promedio detallado en la tabla del análisis de fiabilidad del dispositivo en el cual se determino que en las condiciones de 18:00pm a las 18:15pm existe una baja considerable en los niveles de luz. De igual forma en el ingreso a túneles se obtiene una efectividad del 100% esto debido al promedio máximo de 50 LUX al momento de ingresar a un lugar con techo esto aplico para parqueaderos, túneles, entre otros.

Tabla 5

Costo de manufactura e instalación de un ejemplar

ITEMS	COSTO
ARDUINO UNO	\$ 15.00
CABLEADO	\$ 7.00
CABLE DE ALIMENTACION	\$ 3.00
ESTUCHE DISPOSITIVO	\$ 10.00
DRL LED	\$ 25.00
SENSORES Y ACTUADORES ARDUINO	\$ 15.00
INSTALACIÓN	\$ 25.00
TOTAL	\$ 100.00

En la tabla 5 se puede evidenciar el costo de manufactura e instalación del dispositivo en su versión actual, en el caso de que se lance a la venta el costo variaría ya que se implementaría otra placa y la instalación sería opcional si el comprador deseara instalarlo por sí mismo. Dentro del análisis de costos se realiza el desglose de los ítems y la mano de obra entre instalación y programación, dejando un valor total de 100\$ un precio accesible y de igual forma se podría omitir el valor de instalación para que lo realice el usuario con el manual desarrollado, disminuyendo el valor a 75\$.

CONCLUSIONES

A través del examen exhaustivo de la literatura especializada, se ha podido corroborar que el grupo más vulnerable en cuanto a riesgos de accidentes viales lo conforman las personas de la tercera edad, debido a diversos procesos biológicos que conllevan al deterioro cognitivo y a una disminución en la capacidad de retención de la memoria, tanto a corto como a largo plazo. Paralelamente, diversos estudios han confirmado que las condiciones de visibilidad reducida desempeñan un papel crucial en la probabilidad y el riesgo de accidentes.

En el contexto de Ecuador, la mayoría de los incidentes de tráfico tienen su origen en errores humanos. Según datos del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), alrededor del 43% de los accidentes de tránsito a nivel nacional en 2021 fueron atribuidos a la falta de habilidad o a la imprudencia por parte del conductor. Dentro de este porcentaje, se incluyen accidentes relacionados con la visibilidad reducida debido a distracciones durante la conducción y la omisión en el encendido de las luces del vehículo en condiciones de baja luminosidad.

Por ende, este estudio se ha enfocado en el diseño y la implementación de un sistema de seguridad activa destinado a brindar apoyo a este grupo vulnerable, mediante la emisión de una alarma que indique la necesidad de encender las luces del vehículo. De esta manera, se busca reducir el riesgo de accidentes y, además, permitir que otros conductores identifiquen fácilmente la ubicación del vehículo en cuestión.

Los estudios de Elvik et al., (2003) en conjunto con el posterior análisis de Knight (2006) indican que las luces diurnas de circulación (DRLs) reducen los accidentes múltiples durante el día en automóviles en un rango del 5–15 %. Además, existe evidencia de que estas luces disminuyen las tasas de lesiones en un promedio entre el 3.9 % y el 5.9 %. En conjunto, estos datos sugieren un impacto significativo en la seguridad vial durante el día.

Se ha determinado que no existen diferencias significativas en los tiempos de reacción entre los distintos códigos de programación evaluados. Por lo tanto, se ha optado por mantener el código final debido a su simplicidad y confiabilidad. Como resultado de las pruebas de accionamiento el dispositivo cumple con un diseño fiable, logrando un 100% de efectividad al encender las luces al entrar en túneles, cumpliendo así con la normativa del Artículo 185 del Reglamento de Tránsito (Acuerdo Ministerial No. 017-2020), que establece que, durante el día en túneles, se deben usar luces bajas, y durante la noche o en condiciones de poca visibilidad, luces bajas o de cruce. Aunque el accionamiento fue más bajo al anochecer (70%) y en condiciones de lluvia y carreteras rurales en horario nocturno se obtuvo el (80%), recalcando que se mantiene las luces de circulación diurna como sistema de apoyo a la conducción.

El sistema se ofrece a un precio de venta de \$100, que incluye la mano de obra de instalación. Además, se proporciona la opción de montaje autónomo, con un manual adjunto, por un costo reducido de \$75, que cubre el dispositivo y el kit de instalación.

En resumen, el sistema desarrollado cumple con los objetivos establecidos, al ofrecer una solución de costo reducido y un diseño simple pero confiable, con tiempos de reacción óptimos en diversas condiciones de funcionamiento. Se ha priorizado la eficiencia del código de programación, evitando la inclusión de variables superfluas que pudieran afectar el rendimiento del sistema.

BIBLIOGRAFÍA

Abraham, H., McAnulty, H., & Mehler, B. &. (2017). Case Study of Today's Automotive Dealerships: Introduction and Delivery of Advanced Driver Assistance Systems. *Transportation Research Record. Sage Journals Home*, 7–14. .

Basu, S., & Saha, P. (2022). Evaluation of risk factors for road accidents under mixed traffic: Case. *IATSS Research*, 559-573.

Basu, S., & Saha, P. (2022). Evaluation of risk factors for road accidents under mixed traffic: Case study on Indian Highways. *IATSS Research*, 559-573.

Baur, L., & Vollrath, M. (2023). Interferences causes forgetting relevant information while driving much more strongly than decay. *Transportation Research Part F: Psychology and Behaviour*, 207-213.

Benito, J. Q., Fernández-Balbuena, A. A., Martínez-Antón, J. C., & Molini, D. V. (2022). Improvement of driver night vision in foggy environments by structured light projection. *Heliyon*, Volume 8, Issue 11.

Bravo , G., Duarte , G., Cerda , J., & Castellucci, H. (2020). Siniestros de tránsito de las personas mayores en Chile entre los años 2008 y 2017: estudio descriptivo. *Medwave*, e7923.

Bucsuházya, K., Matuchová, E., Zuvala, R., Moravcová, P., Kostíková, M., & Mikulec, R. (2020). Human factors contributing to the road traffic accident occurrence. *Transportation Research Procedia*, 555-561.

Chen, W., Sawaragi, T., & Hiraoka, T. (2023). Comparing driver reaction and mental workload of visual and auditory take-over request from perspective of driver characteristics and eye-tracking metrics. *Transportation Research Part F: Psychology and Behaviour*, 396-410.

D'Elia, A., & Stuart, N. (2023). Evaluation of the effectiveness of daytime running lights (DRLs). *Journal of Safety Research*, 95-100.

DAVIDSE, R. J. (2006). OLDER DRIVERS AND ADAS. *Science Direct*, 6-20.

Elvik, R. (2003). *Daytime running lights: A systematic review of effects on road safety*.

Günthner, T. (2022). The moderating influence of life events on the acceptance of advanced. *Science direct*, 1_16.

Haghzare, S., Campos, J., Bak, K., & Mihailidis, A. (2021). Older adults' acceptance of fully automated vehicles: Effects of exposure, driving style, age, and driving conditions. *Accident Analysis and Prevention*, 105919.

HASHIMOTO, N., KATO, S., & TSUGAWA, S. (2009). A COOPERATIVE ASSISTANCE SYSTEM BETWEEN VEHICLES FOR ELDERLY DRIVERS. *Science direct*, 35-41.

HORIKAWA, E., MORIZONO, R., & Akemi KOGA, J. H. (2009). ELDERLY DRIVING BEHAVIOR AND COGNITIVE FUNCTIONS: Analysis of License Renewal Course Data. *IATSS Research*, Pages 18-26.

INEC. (2021). *SINIESTROS DE TRÁNSITO SEGÚN CAUSA*.

Masello, L., Castignani, G., Sheehan, B., Murphy, F., & McDonnell, K. (2022). On the road safety benefits of advanced driver assistance systems in. *Science Direct*, 6-16.

Organización Mundial de la Salud. (2023). *PAHO World Health Organization*. Recuperado el 5 de Marzo de 2015, de https://www3.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=9877:seniors-mental-health&Itemid=0&lang=en#gsc.tab=0

Oztürk, I., Merat, N., Rowe, R., & Fotios, S. (2023). The effect of cognitive load on Detection-Response Task (DRT) performance during day and night-time driving: A driving simulator study with young and older drivers. *Transportation Research Part F: Psychology and Behaviour*, 155-169.

Pešić, D. (2019). *Evaluation of the effects of daytime running lights for passenger cars*. *Transportation Research Part F*.

Quintana, B., Fernández, A., Juan, M., & Vásquez, D. (2022). Improvement of driver night vision in foggy environments by structured light projection. *Helvion*, e11877.

Takeyama, E., Tomooka, K., Wada, H., Sato, S., Sakiyama, N., Shirahama, R., & Tanigawa, T. (2023). Association between daytime sleepiness and motor vehicle accidents among Japanese male taxi drivers. *IATSS Research*, 299-304.

Yap, Y.-Y., & Tan, S.-H. (2022). Elderly's intention to use technologies: A systematic literature review. *Heliyon*, Volume 8, Issue 1,.

Zhu, Y., Jiang, M., & Yamamoto, T. (2022). Analysis on the driving behavior of old drivers by driving recorder GPS trajectory data., *Asian Transport Studies*, Volume 8.

ANEXOS

Figura 18

Boceto de manual de instalación



Figura 19

Funcionamiento en estacionamientos



Figura 20

Pruebas en túneles



Figura 21

Encendido en anochecer



Figura 22

Fusibles del sistema de luces DRL





MANUAL DE INSTALACIÓN LUMINAGUARD SENIOR VITARA CLASICO JX 1988-2013

Martin Semanate

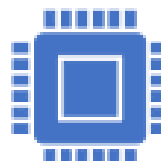
Andrés Ayala



SISTEMA DE ALARMA LUMINAGUARD SENIOR.



Dispositivo de seguridad pasiva de alerta para encendido de iluminación de 5-9 Voltios.



Módulo controlado por Sistema Arduino UNO.



Recepción de información de luminosidad Ambiental por medio de fotoresistencia (LDR)



Sistema de recordatorio por medio de alarma sonora con Buzzer.



COMPONENTES PARA INSTALACION

Al adquirir su kit de instalación para el dispositivo Luminaguard Senior usted tendrá acceso a los componentes detallados a continuación:

1. DISPOSITIVO:



2. CABLE DE INSTALACIÓN GUIA POSTERIOR:

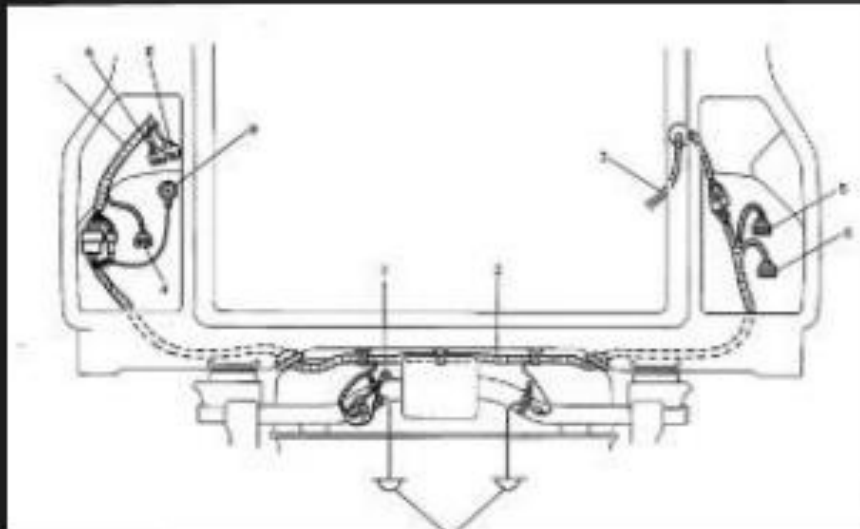


3. CABLE DE ALIMENTACIÓN USB:



INSTALACIÓN EN EL VEHÍCULO

1. Desmontar guía posterior del lado del conductor (LH)
2. Visualizar que existen dos cables en el socket inferior o de las luces guía y freno.
3. Identificar el cable rojo con línea negra de alimentación de luces.
4. Verificar con la ayuda de un multímetro que sea el cable de alimentación mediante la varianza del voltaje entre la posición de encendido y apagado.
5. Colocar una conexión en paralelo al cable identificado previamente, guiarlo por el lateral hasta la cabina del piloto y conectarlo al socket del dispositivo.
6. Conectar la alimentación del Arduino por medio del cable USB de la salida de la radio, o de ser el caso por medio de un puerto de carga USB.





IDENTIFICACIÓN DE ZONAS DE INSTALACION



Tornillos de sujeción
guía posterior

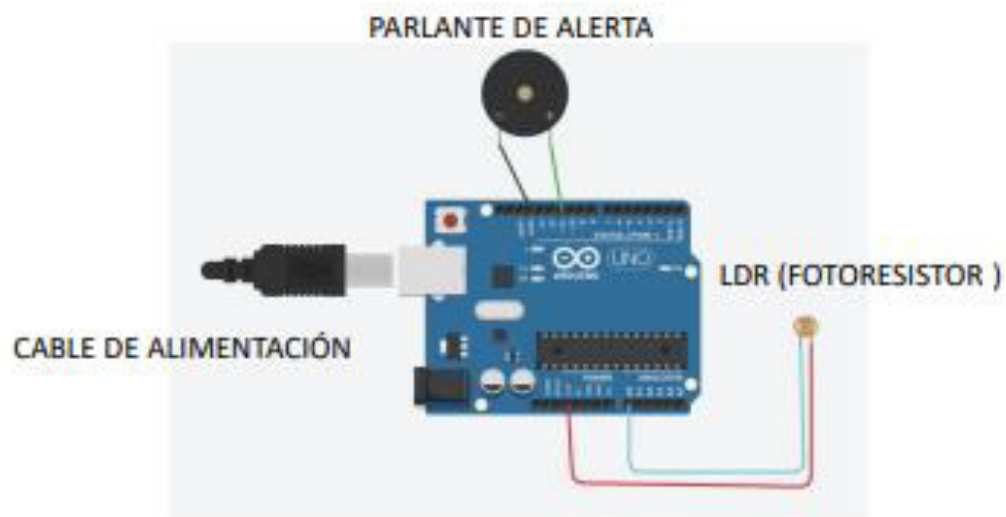


Salida de cableado foco de luces
medias y freno y empalme cable
señal de encendido



Ingreso del cable de señal dentro de
la cabina por el lateral posterior

MAPA DE CONEXIONES LUMINAGUARD SENIOR





RECOMENDACIONES GENERALES

- Al remover la cobertura del cableado de la guía posterior tener precaución con el fin de precautelar la integridad de la conexión original.
- Al realizar el empalme verificar la salida de señal de voltaje y asegurarlo con cinta aislante para conservar la conexión.
- Al instalar el dispositivo en el tablero validar la posición y entrada de luz, se recomienda instarlo en la mitad del mismo.
- En el caso de presentarse un error en el funcionamiento del sistema desconectar el cable de alimentación y conectarlo nuevamente para reiniciar el programa.