



UNIVERSIDAD UTE

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA E
INDUSTRIAS**

CARRERA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

**CONSTRUCCIÓN DE UN LUXÓMETRO AUTOMOTRIZ
PORTÁTIL DIGITAL, IMPLEMENTANDO TLE 6368C**

**TRABAJO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE INGENIERO AUTOMOTRIZ**

**AUTOR:
JAMES ALEXANDER CHANGO HERRERA**

**DIRECTOR:
ING. ELVIS PATRICIO GUALOTUÑA QUISHPE, MSc.**

Santo Domingo, julio 2019

© Universidad UTE 2019
Reservados todos los derechos de reproducción

FORMULARIO DE REGISTRO BIBLIOGRÁFICO PROYECTO DE TITULACIÓN

DATOS DE CONTACTO	
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1718461252
APELLIDO Y NOMBRES:	Chango Herrera James Alexander
DIRECCIÓN:	Coop. 2 de mayo.
EMAIL:	jam_alex1694@live.com
TELÉFONO FIJO:	(02) 3761 171
TELÉFONO MOVIL:	0996625459

DATOS DE LA OBRA				
TITULO:	Construcción de un luxómetro automotriz portátil digital, implementando TLE 6368c			
AUTOR O AUTORES:	James Alexander Chango Herrera			
FECHA DE ENTREGA DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:	10 de Julio del 2019			
DIRECTOR DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:	Ing. Elvis Patricio Gualotuña Quishpe, MSc.			
PROGRAMA	<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">PREGRADO</td> <td style="padding: 2px; text-align: center;">X</td> <td style="padding: 2px;">POSGRADO</td> </tr> </table>	PREGRADO	X	POSGRADO
PREGRADO	X	POSGRADO		
TITULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero Automotriz			
RESUMEN:	<p>La presente investigación tiene como objetivo la construcción de un luxómetro automotriz portátil digital, instalando un circuito integrado regulador TLE 6368C. Para realizar el diseño se utiliza el software de diseño mecánico SOLIDWORKS STUDENT (Product Trial) desarrollando la estructura y carcasa en tres dimensiones, facilitando la selección de materiales y herramientas para su construcción. Para los planos de los circuitos eléctricos y electrónicos se utiliza el software de simulación PROTEUS (DEMO) que facilita la conexión tanto del circuito integrado con el procesador Arduino y la pantalla digital con sus respectivos pulsadores. La programación del sistema digital se ejecutó en la plataforma de Arduino, puesto que esta plataforma posibilita la creación de comandos, librerías y sintetiza la compilación en lenguaje hexadecimal para su respectiva carga en el procesador ATMEGA 256. El ensamblaje y construcción del luxómetro se realiza considerando los parámetros de diseño para garantizar el correcto funcionamiento en el desarrollo de las pruebas. El uso del luxómetro servirá para mejorar la visibilidad del conductor y permitir ser observado por peatones y vehículos a través de una correcta calibración, con la finalidad de evitar el deslumbramiento de conductores pudiendo ocasionar un accidente. La implementación del regulador de tensión TLE 6368C, protege la corriente del módulo de trabajo, evitando sobrecargas o corto circuito ocasionado por el operario, por lo que podría causar daño al procesador y originar</p>			

	una mala calibración de los dispositivos de iluminación. La investigación pone en evidencia que el diseño estructural del regloscopio portátil resulta muy práctico al momento de su traslado y uso, además de proveer una calibración precisa, siendo importante la presencia de un manual de usuario, que como todo instrumento digital facilite obtener su máximo beneficio, y cuente con las recomendaciones necesarias para lograr la eficacia deseada.
PALABRAS CLAVES:	Calibración de faros, programación electrónica, vehículo, luxómetro.

Se autoriza la publicación de este Proyecto de Titulación en el Repositorio Digital de la Institución.



CHANGO HERRERA JAMES ALEXANDER
C.I. 171846125-2

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **CHANGO HERRERA JAMES ALEXANDER**, CI 171846125-2 autor del trabajo de titulación: **Construcción de un luxómetro automotriz portátil digital, implementando TLE 6368c** previo a la obtención del título de **INGENIERO AUTOMOTRIZ** en la Universidad UTE.

1. Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las Instituciones de Educación Superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación de grado para que sea integrado al Sistema Nacional de información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.
2. Autorizo a la BIBLIOTECA de la Universidad UTE a tener una copia del referido trabajo de titulación de grado con el propósito de generar un Repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Santo Domingo, 10 de Julio del 2019



CHANGO HERRERA JAMES ALEXANDER
C.I. 171846125-2

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor, certifico que el presente trabajo de titulación que lleva por título **Construcción de un luxómetro automotriz portátil digital, implementando TLE 6368c** para aspirar al título de **INGENIERO AUTOMOTRIZ** fue desarrollado por **CHANGO HERRERA JAMES ALEXANDER**, bajo mi dirección y supervisión, en la Facultad de Ciencias de la Ingeniería e Industrias; y que dicho trabajo cumple con las condiciones requeridas para ser sometido a las evaluación respectiva de acuerdo a la normativa interna de la Universidad UTE.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Elvis Patricio Gualotuña Quishpe', written over a horizontal line.

Ing. Elvis Patricio Gualotuña Quishpe, MSc.
DIRECTOR DEL TRABAJO
C.I. 1716876600

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo a Dios y a mi familia, especialmente a mis padres quienes han sido el pilar fundamental en todo mi proceso académico, ya que gracias a su apoyo, confianza y seguridad brindada en todo el camino se ha hecho posible culminar con éxito mi carrera, así como también desde niño con sus enseñanzas y cuidados me han enseñado a vivir siendo un hombre de bien con los valores y calidad humana que me han inculcado y que lo llevare presente en mi vida profesional.

AGRADECIMIENTO

Deseo expresar mi profundo agradecimiento principalmente a Dios que ha guiado mi camino y me ha proporcionado la fortaleza para seguir adelante, haciendo cada uno de mis propósitos.

Expreso mi más sincero agradecimiento al Ing. Elvis Patricio Gualotuña Quispe, MSC. Quien, con su conocimiento, fue guía indispensable para el desarrollo del mi trabajo de investigación.

Agradezco a los docentes de mi emblemática institución por enriquecerme de conocimientos y el desarrollo de mis aptitudes junto con mis actitudes.

Por último y no menos importante, agradezco a mis padres y hermanos por sus palabras de aliento y el gran apoyo brindado durante mi carrera de profesionalización.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN	1
1. INTRODUCCIÓN	2
1.1. MARCO TEÓRICO	3
1.1.1. SISTEMA DE ILUMINACIÓN VEHICULAR.....	3
1.1.2. FUNCIONES E IMPORTANCIA DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN DEL VEHÍCULO.....	3
1.1.3. EVOLUCIÓN DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN VEHICULAR..	4
1.1.4. COMPONENTES DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN VEHICULAR.....	4
1.1.4.1. Faros	4
1.1.5. LUXÓMETRO.....	9
1.1.5.1. Normas de funcionamiento y calibración del luxómetro.....	10
1.1.5.2. Componentes del luxómetro digital portátil con regulador de tensión TLE 6368C	11
2. METODOLOGÍA	13
2.1. INVESTIGACIÓN EXPLORATORIA	13
2.2. MÉTODO INDUCTIVO	13
2.3. MÉTODO ANALÍTICO SINTÉTICO	13
2.4. TÉCNICA OBSERVACIONAL	14
2.5. RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DOCUMENTAL	14
2.6. DIAGRAMA ESTRUCTURAL	14
2.7. CONSTRUCCIÓN DEL DISPOSITIVO.....	17
2.7.1. DISEÑO DE LA ESTRUCTURA SOLIDWORKS STUDENT (PRODUCT TRIAL).....	17
2.7.2. DISEÑO ELECTRÓNICO EN HERRAMIENTA PROTEUS (DEMO)	18
2.7.3. DIAGRAMACIÓN DEL SISTEMA ELECTRÓNICO PCB	19
2.7.4. CONSTRUCCIÓN ESTRUCTURAL DEL LUXÓMETRO	20
2.7.4.1. Construcción de la base del Luxómetro.....	20
2.7.4.2. Ensamblaje del parante principal.....	20
2.7.4.3. Construcción de la Base Metálica.....	21
2.7.4.4. Acabados de la base y caja metálica.....	21
2.7.4.5. Conexión Sistema Electrónico	22
2.7.4.6. Ensamblaje del Luxómetro	22
2.8. PROGRAMACIÓN	23
2.8.1. INICIALIZACIÓN DE LIBRERIAS.....	23
2.8.2. PROGRAMACIÓN DE LA PANTALLA INICIAL	24
2.8.3. PROGRAMACIÓN DEL MENÚ DE PANTALLA.....	25
2.8.4. PROGRAMACIÓN DE LUZ MEDIA	26
2.8.5. PROGRAMACIÓN DE LUZ ALTA.....	27
2.8.6. PROGRAMACIÓN DE CÁMARA	28

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	30
3.1. ESTRUCTURA FINAL	30
3.2. MECANISMO ANÁLOGICO VS. DIGITAL.....	31
3.3. COMPROBACIÓN DE LUZ ALTA	31
3.4. COMPROBACIÓN DE LUZ MEDIA	32
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	34
4.1. CONCLUSIONES	34
4.2. RECOMENDACIONES.....	34
BIBLIOGRAFÍA.....	36
ANEXOS.....	40

ÍNDICE DE TABLAS

	PÁGINA
Tabla 1. Tipo de lámparas de vehículo.....	5
Tabla 2. Homologación de faros.....	9
Tabla 3. Mecanismo Analógico Vs. Digital.....	31
Tabla 4. Alcance geométrico (I.E.S. Mateo alemán).....	32

ÍNDICE DE FIGURAS

	PÁGINA
Figura 1. Posición de los faros del vehículo.....	5
Figura 2. Alcance de luces de cruce sobre calzada plana sin regulación	8
Figura 3. Homologación de faros.....	8
Figura 4. Especificaciones para el uso del Luxómetro.....	11
Figura 5. Diagrama de construcción de luxómetro. Elaboración propia.	14
Figura 6. Arduino Mega.....	15
Figura 7. Arducam Rev C.....	15
Figura 8. Reculador de tensión.....	15
Figura 9. Cables proto.....	16
Figura 10. Láser en Cruz.....	16
Figura 11. Sensor de Luz BH1750.....	16
Figura 12. Cámara OV2640.....	17
Figura 13. Lente fresnel.....	17
Figura 14. Diseño Solid Works.....	18
Figura 15. Diseño Proteus DEMO.....	18
Figura 16. Diagrama PCB.....	19
Figura 17. Diagrama PCB 3D.....	19
Figura 18. Construcción de la base del Luxómetro.....	20
Figura 19. Ensamblaje del parante principal.....	20
Figura 20. Construcción de la Base Metálica.....	21
Figura 21. Acabados de la base y caja metálica.....	21
Figura 22. Conexión Sistema Electrónico.....	22
Figura 23. Ensamblaje del Luxómetro.....	23
Figura 24. Programación de Librerías.....	24
Figura 25. Programación de la Pantalla Inicial-Plataforma Arduino.....	25
Figura 26. Pantalla Inicial.....	25
Figura 27. Configuración del Menú de Pantalla.....	26
Figura 28. Programación de Luz Media.....	27
Figura 29. Pantalla con la función de Luz Media.....	27
Figura 30. Programación de Luz Alta.....	28
Figura 31. Pantalla con la función de Luz Alta.....	28
Figura 32. Programación de la Cámara.....	29
Figura 33. Luxómetro Tradicional.....	30
Figura 34. Luxómetro Digital Portátil.....	30
Figura 35. Luz Alta del Luxómetro Tradicional.....	32
Figura 36. Luz Alta del Luxómetro Digital Portátil.....	32
Figura 37. Luz Media del Luxómetro Tradicional.....	33
Figura 38. Luz Media del Luxómetro Digital Portátil.....	33

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1.	MANUAL DE USUARIO.....	40
ANEXO 2.	DIAGRAMA DE REFERENCIA DE COMPROBACIÓN DEL LUXÓMETRO.....	43
ANEXO 3.	IMPRESIÓN 3D ENGRANES PANTALLA DE COMPROBACIÓN.....	44
ANEXO 4.	PANTALLA COMPROBACIÓN DE COLORES	45

RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo la construcción de un luxómetro automotriz portátil digital, instalando un circuito integrado regulador TLE 6368C. Para realizar el diseño se utiliza el software de diseño mecánico SOLIDWORKS STUDENT (Product Trial) desarrollando la estructura y carcasa en tres dimensiones, facilitando la selección de materiales y herramientas para su construcción. Para los planos de los circuitos eléctricos y electrónicos se utiliza el software de simulación PROTEUS (DEMO) que facilita la conexión tanto del circuito integrado con el procesador Arduino y la pantalla digital con sus respectivos pulsadores. La programación del sistema digital se ejecutó en la plataforma de Arduino, puesto que esta plataforma posibilita la creación de comandos, librerías y sintetiza la compilación en lenguaje hexadecimal para su respectiva carga en el procesador ATMEGA 256. El ensamblaje y construcción del luxómetro se realiza considerando los parámetros de diseño para garantizar el correcto funcionamiento en el desarrollo de las pruebas. El uso del luxómetro servirá para mejorar la visibilidad del conductor y permitir ser observado por peatones y vehículos a través de una correcta calibración, con la finalidad de evitar el deslumbramiento de conductores pudiendo ocasionar un accidente. La implementación del regulador de tensión TLE 6368C, protege la corriente del módulo de trabajo, evitando sobrecargas o corto circuito ocasionado por el operario, por lo que podría causar daño al procesador y originar una mala calibración de los dispositivos de iluminación. La investigación pone en evidencia que el diseño estructural del regloscopio portátil resulta muy práctico al momento de su traslado y uso, además de proveer una calibración precisa, siendo importante la presencia de un manual de usuario, que como todo instrumento digital facilite obtener su máximo beneficio, y cuente con las recomendaciones necesarias para lograr la eficacia deseada.

Palabras clave: Calibración de faros, programación electrónica, vehículo, luxómetro.

1. INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

El sistema de iluminación del vehículo tiene como función mejorar la visibilidad del conductor en la noche o en el caso de necesitarlo, así mismo, permite que el vehículo sea visto por otros conductores al transitar en la vía. Basándose en la importancia del sistema de iluminación del vehículo, es necesaria una revisión periódica para asegurar un correcto funcionamiento, ya que los dispositivos de iluminación del sistema tienen que ser calibrados por seguridad del vehículo, mejorando la visibilidad al conducir.

A pesar de la importancia de calibrar los dispositivos del sistema de alumbrado del vehículo, gran parte de conductores obvian este procedimiento, dando como resultados problemas como desconexión de dispositivos, corto circuito en el sistema de iluminación y desequilibrio en el alcance e intensidad del alumbrado del vehículo.

En el mismo sentido, los problemas eléctricos que puede tener el sistema de iluminación pueden provocar accidentes de tránsito, debido a que el conductor no puede visualizar correctamente la vía, o, por el contrario, los demás conductores no pueden observar la dirección que puede tomar el conductor con su vehículo. De acuerdo con los problemas que puede provocar un sistema de iluminación no calibrado o con problemas eléctricos, se plantea la hipótesis: La construcción de un luxómetro portátil digital con la implementación de TLE6368C mejorará la calibración del sistema de iluminación del vehículo.

Se propone la construcción de un luxómetro portátil digital puesto que en la norma INEN NTE 1155 exigida por la Agencia Nacional de Tránsito tienen como objeto garantizar la máxima visibilidad del conductor y anticipar la presencia y movimientos del vehículo tanto por los peatones como por los otros conductores mediante la correcta incorporación de dispositivos mínimos de alumbrado, por esa razón en la construcción del luxómetro portátil digital se pondrá en funcionamiento un regulador de tensión TLE 6368C, el cual protege y regula la corriente del módulo de trabajo evitando la sobrecarga de energía y fallo del dispositivo, por lo que mediante el uso adecuado de este dispositivo se efectiviza la regulación del sistema de iluminación y garantiza el cumplimiento de la norma antes mencionada.

Para lo cual se plantean los siguientes objetivos:

Objetivo general

- Construir un luxómetro automotriz portátil digital, implementando TLE 6368C.

Objetivos específicos

- Diseñar estructuralmente el luxómetro automotriz portátil digital en la herramienta SOLIDWORKS STUDENT (Product Trial).
- Diagramar el sistema electrónico del luxómetro automotriz portátil digital en la herramienta PROTEUS (DEMO).
- Poner a disposición un manual de usuario del luxómetro automotriz digital.

1.1. MARCO TEÓRICO

1.1.1. SISTEMA DE ILUMINACIÓN VEHICULAR

El sistema de iluminación vehicular es un conjunto de luces que se ubican en la parte frontal, posterior e interior del vehículo con la finalidad de obtener la iluminación necesaria para la conducción o señalización vehicular. La iluminación es un sistema necesario para la seguridad activa durante la conducción en zonas con poca visibilidad o en la noche. (Zapatería, 2010)

Este sistema está constituido por luces de posición, de cruce y de carretera; las luces de señalización son las intermitentes delanteras, traseras y laterales, además se complementan con las luces de posición del freno. En la parte interior del vehículo se encuentran las luces de señalización del tablero del vehículo más luces complementarias para la iluminación del vehículo en la noche.

1.1.2. FUNCIONES E IMPORTANCIA DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN DEL VEHÍCULO

El sistema de iluminación del vehículo tiene dos funciones principales: Iluminación al conducir y señalización. La primera función corresponde a los faros del vehículo, ubicados en la parte frontal del vehículo con luces de largo y corto alcance para circular en la noche o en zonas de baja visibilidad. La segunda función corresponde a las luces intermitentes, de frenado y las luces de funcionamiento del vehículo (aceite, batería, motor, parqueo, ABS, cinturón de seguridad, entre otros) (Jerez & Castillo, 2018).

De acuerdo con (Jiménez, 2018), el sistema de iluminación del vehículo permite ejercer una conducción con seguridad para ver y ser vistos con claridad en la noche o en zonas con baja visibilidad por cuestiones climáticas.

En este sentido, las averías en el sistema de iluminación pueden provocar accidentes o impedir la conducción, ya que su importancia radica en visualización del conductor y la señalización del vehículo para que los demás conductores lo puedan ver y tomar las precauciones necesarias (MAHA, 2015).

1.1.3. EVOLUCIÓN DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN VEHICULAR

En los primeros diseños de vehículos, la iluminación no representaba un papel importante en la seguridad de los vehículos, ya que no se solía conducir en la noche por la escasa seguridad de los vehículos. Antes de la utilización de los faros eléctricos, se utilizaron faroles de vela, luego faroles de petróleo y finalmente faroles de acetileno (Real Automóvil Club de España, 2006).

Con la aparición del dínamo alumbrado en 1908 se inició la expansión de los faroles eléctricos; de este modo, el sistema de iluminación vehicular fue evolucionando debido a la necesidad de viajar en la noche y de incrementar la seguridad y señalización del vehículo.

Este sistema se complementó con la implementación de sistemas de alumbrado público, además de la construcción de faros que disminuyan el deslumbramiento y la dispersión lateral de la luz, como ejemplo las luces LED (CESVI, 2016).

1.1.4. COMPONENTES DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN VEHICULAR

1.1.4.1. Faros

Los faros son un componente del sistema de iluminación del vehículo. Estos permiten emitir luces de corto y largo alcance para poder conducir en la noche o en zonas desprovistas de visibilidad (Figura 1). (Toyota, 2018).

A continuación, se plantean los elementos que constituyen los faros del vehículo:

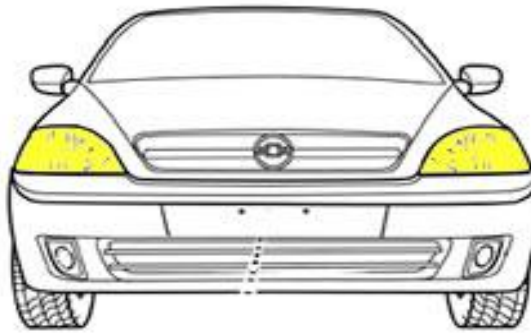






Figura 1. Posición de los faros del vehículo.
(Aficionados a la mecánica, 2014).

Elementos de los Faros:

- Lámparas:** Son el elemento que genera la luminosidad o fuente de iluminación al interior de los faros. Existen distintos tipos de lámparas que influyen en la calidad de la iluminación en cortas o largas distancias. Las lámparas generan energía calórica al emitir la luz, por lo tanto, a mayor cantidad de calor, mayor intensidad de iluminación. A continuación, en la Tabla 1 se detallan los tipos de lámparas homologadas que se pueden utilizar en un vehículo:

Tabla 1. Tipo de lámparas de vehículo

Lámpara de incandescencia	Lámpara de halógeno	Lámpara de Xenón	Lámpara de LED
Esta lámpara tiene un filamento del Wolframio que se pone incandescente al momento de circular corriente eléctrica. El rendimiento de esta lámpara es del 10 a 18 lm/W.	Esta lámpara puede tener un solo filamento incandescente (H1, H3, H7...) o dos filamentos (H4). Se utilizan para luces de cruce, antiniebla o luz de carretera. El rendimiento de esta lámpara es de 60/55 W.	Esta lámpara ofrece una mejor luminosidad y alcance que las lámparas de incandescencia. Se compone de una ampolla de cristal que contiene gas de Xenón. Es importante ubicar este tipo de luces en faros especiales; de lo contrario, la emisión de luces será incandescente.	La lámpara LED se constituye de un diodo de alta resistencia y de bajo consumo que emite una luz blanca con alta eficiencia y potencia; además disminuye la incandescencia. La vida útil de este tipo de lámpara es 30 veces más que de una lámpara incandescente (Herránz, Ollé, Jáuregui, 2011).
			

(Real Automóvil Club de España, 2006)

- Reflector:** El reflector cumple la función de reflejar la luz que emiten las lámparas utilizadas. La capa superficial, está construida generalmente de

plástico, pero también se utiliza acero de acuerdo a la función que se requiere. La superficie de refracción está hecha a base de magnesio (95 %) y aluminio (80 %) pulidos para refractar la luz. (Domínguez & Ferrer, 2018).

La superficie de los reflectores por lo general es parabólica, pero en la actualidad la forma aerodinámica de los vehículos requiere de reflectores elipsoidales y de mayor tamaño (Leal, 2013).

- **Reflector homofocal:** El reflector homofocal tiene los sectores parabólicos con las curvaturas hacia un foco común, este tipo de reflector es utilizado comúnmente con lámparas de dos filamentos (H4), pero su característica resaltante es la iluminación lateral y frontal pero su alcance no es extenso. (Domínguez & Ferrer, 2013).
- **Reflector bifocal:** El reflector bifocal tiene dos sectores parabólicos diferentes para dividir la luz de cruce (corto alcance) y la luz de carretera (largo alcance) El sistema bifocal permite el uso de la parte baja del reflector para aprovechar las luces de cruce y evitar el deslumbramiento. (Domínguez & Ferrer, 2013)
- **Reflector de superficie compleja (multifocal):** El reflector multifocal se constituye de sectores paraboloides con distancias focales determinadas, pero con forma distinta. El sistema del reflector multifocal aprovecha la parte baja como el reflector bifocal, pero se emplean difusores de plástico lisos; ofreciendo un 80% más de luz que un reflector homofocal. Otra característica del reflector multifocal es su sistema de alcance para cada área de la carretera para ofrecer una mejor iluminación. (Bosch, 1996)
- **Cristal de dispersión de un faro:** La difusión de la luz de los faros se alcanza con el tallado de los cristales de dispersión del faro. De acuerdo con el tallado del cristal se consigue una forma distinta de dispersión. Las estructuras prismáticas, similares a zigzag, permiten dirigir la luz hacia la carretera, mientras que los perfiles cilíndricos verticales permiten un alcance horizontal de luz (Águeda, Gómez, García, Navarro & Gracia, 2010).
- **Difusores de plástico:** La nueva tecnología de fabricación de los faros para vehículo, incorporan difusores de plástico. Este material es a base policarbonato de alta calidad que resiste a rayones y rayos UV. Los difusores de plástico por lo general tienen un diseño estriado para obtener una distribución del haz luminoso. Los difusores de plástico son más resistentes y mejoran la estética del faro, de ahí su uso habitual en la actualidad (Domínguez & Ferrer, 2018).

Conceptos Luminotécnicos de un Faro:

A continuación, se detallan conceptos que permiten comprender la funcionalidad de los faros vehiculares:

- **Alcance De Un Faro:** Los faros del de vehículo deben estar conformadas por luces de corto (luz de cruce) y largo alcance (luz de carretera) para poder ofrecer la iluminación necesaria durante la conducción. Las luces de cruce y de carretera han tenido un avance prominente durante los últimos años, ya que la homologación de los faros ha incrementado los valores de medición para la aprobación.

Según el (Real Automóvil Club de España, 2006) en la actualidad se ha propuesto de disminución del deslumbramiento, evitar la dispersión lateral y de incrementar los valores de luces para proporcionar una mejor visión al conducir sin interferir a otros conductores en la vía. De este modo las luces de cruce son de corto alcance, pero con mayor ángulo de dispersión para abarcar el mayor espacio de la vía, mientras que las luces de carretera, de largo alcance, proyectan la luz hasta 335 metros para observar zonas distantes o para identificar curvas en zona de carretera sinuosa.

- **Campo de visión:** El campo de visión de los faros es un aspecto para considerar al momento de la conducción; este aspecto toma un rol primordial en vías planas, con curvas o cruces de vía. De acuerdo con el (Real Automóvil Club de España, 2006), en vías rectas con insuficiente iluminación la visibilidad máxima es de 75 metros, mientras que en curvas la visibilidad máxima está alrededor de 60 metros cuando son a la derecha y alrededor de 40 cuando son izquierdas.

A partir de estos datos, el campo de visión de los faros es el punto de inflexión entre una colisión y una percepción oportuna de un obstáculo. En este sentido, cuando existe una visibilidad limitada de los faros, se recomienda la disminución de la velocidad, incluso por debajo de la recomendada para cada tipo de carretera.

- **Deslumbramiento Psicológico:** El deslumbramiento psicológico se relaciona con el fisiológico porque tienen relación con la fatiga, el rendimiento ocular y el bienestar de la vista, el conductor que recibe el haz de luz directamente a los ojos puede continuar con el deslumbramiento mucho después de provocarse, a partir de esta fatiga, el ojo queda afectado en la percepción de distancia o incluso el rendimiento ocular disminuye durante el trayecto, provocando que los ojos ardan o

que observar las luces de los demás conductores sean cada vez más irradiantes. (Llaneza, 2009)

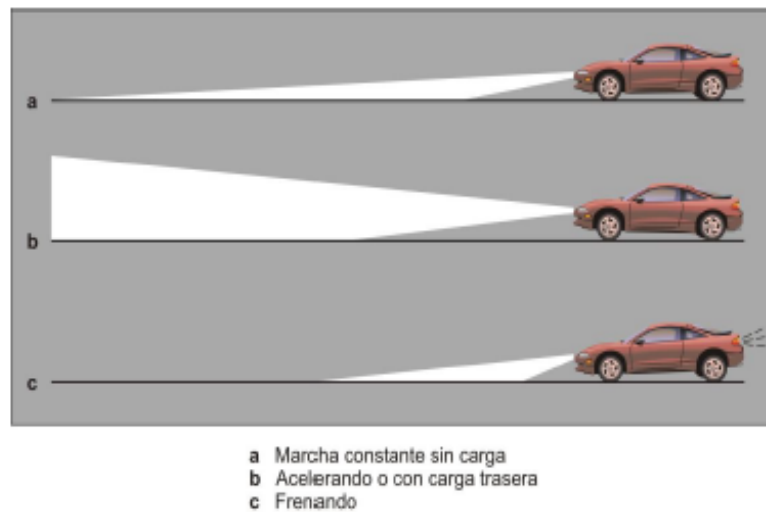


Figura 2. Alcance de luces de cruce sobre calzada plana sin regulación (Carlón, 2010)

- **Homologación de los faros:** La homologación de faros son normas fundamentales que deben cumplir estos dispositivos para proporcionar la iluminación, el alcance y la disminución de deslumbramiento. A continuación, en la Tabla 2 y Figura 3 se detalla la simbología y numeración de homologación de faros a nivel internacional:

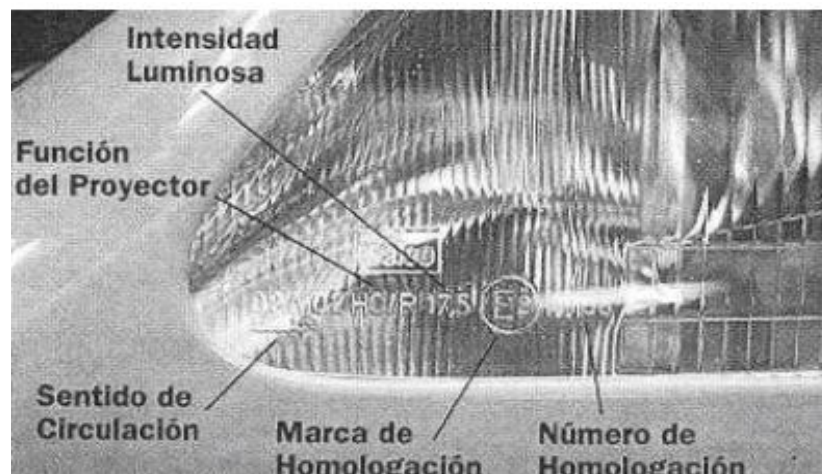


Figura 3. Homologación de faros. (Real Automóvil Club de España, 2006)

Tabla 2. Homologación de faros

Siglas de identificación	Marca de Homologación	Sentido de circulación	Intensidad luminosa en carretera
C/R Código Europeo cruce o carretera.	1.- Alemania	→ Circulación a la izquierda (GB e Irlanda).	10 - 17,5 - 20 - 25 - 27,5 - 30 - 37,5
HC Halógeno cruce.	2.- Francia	↔ Circulación a derecha e izquierda.	multiplicado por 3,000 indica las
HR Halógeno carretera o largo alcance.	3.- Italia	Sin flecha Circulación a la derecha.	candelas que emite el haz de luz.
HCR Halógeno cruce + carretera.	4.- Países Bajos		
HC/R Halógeno cruce o carretera	5.- Suecia		
DC Lámpara de descarga cruce.	6.- Bélgica		
DR Lámpara de descarga carretera.	7.- Hungría		
DC/R Lámpara de descarga cruce o carretera.	8.- Checoslovaquia		
DCR Lámpara de descarga cruce + carretera.	9.- España		
RL Luz obligatoria de circulación diurna.	10.- Yugoslavia		
SM1-2 Luz de posición lateral.	11.- Reino Unido		
A Luz de posición delantera.	12.- Austria		
F ó B Antiniebla.	13.- Luxemburgo		
PL Cristal plástico (a continuación del tipo de proyector).	14.- Suiza		
1 Indicador de dirección delantero (a más de 40 mm de la zona de iluminación del proyector).	15.- Federación Rusa		
1a Indicador de dirección delantero (entre 20 y 40 mm de la zona de iluminación del proyector).			
1b Indicador de dirección delantero (a menos de 20 mm de la zona de iluminación del proyector).			

(Real Automóvil Club de España, 2006)

1.1.5. LUXÓMETRO

El luxómetro es un instrumento de medición y calibración de los faros de un vehículo, que permite una adecuada iluminación durante la conducción en la noche o zonas desprovista de visibilidad adecuada. Este instrumento posee un reglaje basándose en normas técnicas que permiten la homologación de los faros para la aprobación de revisiones técnicas vehiculares anuales.

(HELLA, 2015) plantea que el luxómetro debe ser utilizado de forma adecuada para evitar lecturas erradas. En este sentido, se debe considerar la superficie del suelo del automóvil y el nivel del aparato de reglaje del luxómetro, de la misma manera, propone que se debe tener una rigurosidad al momento ubicar las reglas del instrumento, ya que las variaciones de altura pueden afectar la medida del luxómetro.

Para (GIGA TIR, 2017) el luxómetro es un instrumento para alinear faros, en este sentido, es un dispositivo requerido en centros de revisión vehicular, ya que efectúa el reglaje tanto en el día como en la noche para evaluar la simetría de la iluminación de los faros. De la misma manera, (GIGA TIR, 2017) plantea que “el sistema óptico del alineador recibe los rayos luminosos de los proyectores del automotor, concentrándolos y formando sobre la pantalla una imagen geoméricamente semejante a la que se observaría delante del vehículo” (p.1), por lo tanto, las mediciones que realiza el luxómetro permiten realizar las correcciones necesarias para calibrar las luces según las normas establecidas.

1.1.5.1. Normas de funcionamiento y calibración del luxómetro

La calibración de los faros de vehículo utilizando el luxómetro requiere de parámetros de posicionamiento del dispositivo y la superficie en la que se realizan las mediciones y la posterior calibración del luxómetro. De acuerdo con (Hella, 2003), al realizar el montaje del pie de soporte y el dispositivo se debe revisar que no existan tuercas o piezas móviles desajustadas que se puedan mover al momento de la medición y calibración de los faros.

Otro aspecto a considerar para el funcionamiento y calibración del luxómetro es la superficie en la que se encuentra en vehículo. (Hella,2003) especifica que la superficie de medición debe ser de 4 metros para vehículos livianos y de 8,5 m para vehículos pesados; con respecto al piso, este debe tener 0,5 mm de desnivel en la superficie que se asienta el luxómetro y de 1 mm máximo en la superficie que se asienta en vehículo para la calibración de faros.

Para la calibración de los faros, (Hella, 2003) especifica que el luxómetro debe enfocarse a la misma altura de la lámpara del vehículo con respecto al suelo y la distancia de separación entre el luxómetro así también el faro debe ser entre 30 y 70 cm (Figura 3). A partir del posicionamiento correcto del dispositivo se realizan las mediciones y correspondiente calibración de las lámparas de los faros.

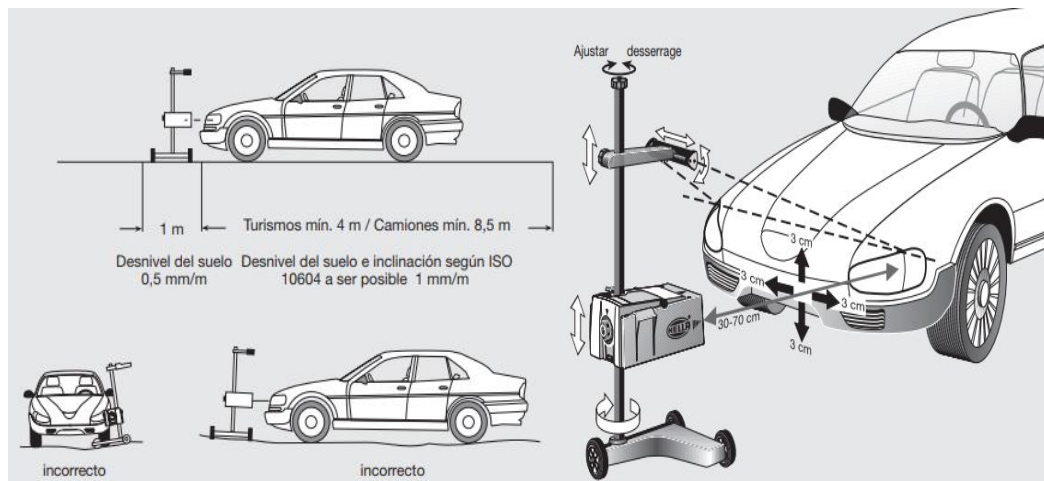


Figura 4. Especificaciones para el uso del Luxómetro.
(HELLA,2003)

1.1.5.2. Componentes del luxómetro digital portátil con regulador de tensión TLE 6368C

A continuación, se detallan los componentes del luxómetro con su respectiva funcionalidad:

- **Arduino Mega:** La placa ARDUINO MEGA es de libre distribución y utilización, que posee software abierto para realizar una programación empleando un cable USB que evita la utilización de una fuente de alimentación externa (Figura 4) (Pomares, 2009).

Este tipo de placa posee varios pines, pero su característica principal es la memoria flash de 256 KB, memoria RAM de 8 KB y memoria ROM de 4 KB; que permite una mayor capacidad de procesamiento de datos (Geek Factori, 2014).

- **Arducam REV C:** La ARDUCAM REV C es una cámara que se conecta al arduino, su resolución es de 5 mega pixeles y la interface se puede conectar directamente con el módulo de la cámara. El usuario puede enviar comandos de captura y leer los datos en la interface (Figura 5). (Arduino, 2015).
- **Regulador de tensión TLE6368C:** El regulador de tensión es un dispositivo de alimentación de voltaje múltiple diseñado para utilizarlo con baterías de 12V, 24V y 48V. El regulador tiene la función de suministrar rieles de tensión de alimentación de 5V, 3.3V y 2.6V. Esta alimentación puede ser para sensores (Figura 6). (Infineon, 2006).
- **Juego de cables de Proto: macho-macho/hembra-hembra:** Los cables de proto permiten una conexión con mayor facilidad en la construcción de

una placa. Estos cables son flexibles en ambos lados, se puede reutilizar y por su maleabilidad se pueden modificar con facilidad en la construcción de un circuito. (Figura 7)

- **Módulo láser en cruz:** El láser en cruz es un dispositivo con haz de luz lineal color rojo. Se utilizan para trabajos industriales y manejo de maquinarias, ya que permiten remplazar a reglas, escuadras o topes. Es módulo láser disminuyen el trabajo al momento de utilizar guías de posición o en trabajos que requieren el uso de las dos manos (Figura 8). (LAP LASER, 2018).
- **Sensor de luz BH1750:** El sensor de luz BH1750 tiene un amplio rango de medición de lux, por lo tanto, es capaz de medir la mayoría de las situaciones relacionadas a luminosidad. Tiene la capacidad de rechazar la luz artificial, con alta independencia con respecto al origen de la luz; esto le permite tener lecturas de luz natural, LED, halógenos, entre otras fuentes de luminosidad (Figura 9). (Llamas, 2016).
- **Cámara OV7670:** La cámara presenta una imagen CMOS de bajo voltaje, en donde el sensor ofrece una función completa de un solo chip, así también proporciona un fotograma completo con imágenes en ventanas de 8/10 bits, su interfaz de bus de control es SCCB, la cámara ofrece resolución UXGA y opera 15 cuadros por segundo fps, en el procesamiento de imágenes se incluye todas las propiedades de la imagen que pueden ser programadas mediante la interfaz SCCV. El modelo OV260 tiene compresión y motor de potencia para procesar, mejora la calidad de la imagen reduciendo la iluminación o contaminación, brinda una imagen estable en su color (Figura 10). (Arducam Store, 2015)

2. METODOLOGÍA

2. METODOLOGÍA

El presente proyecto se ha realizado utilizando un tipo de investigación exploratoria mediante los métodos inductivo, analítico y sintético haciendo uso de la técnica de observación.

2.1. INVESTIGACIÓN EXPLORATORIA

Es de tipo exploratorio puesto a que el estudio es algo singular respecto a la creación de un luxómetro automotriz portátil digital ya que se formula hipótesis en función del problema que este caso es técnico y es la eficacia del luxómetro para mejorar la visibilidad y calibración del sistema de iluminación del vehículo, posterior a esto se recopiló información enriqueciendo el conocimiento que se tiene del problema y es posible aclarar conceptos mediante investigación de la literatura.

2.2. MÉTODO INDUCTIVO

La inducción es una manera del razonamiento que permite obtener conocimiento a partir de la observación de la naturaleza, en este caso se va a observar, estudiar y recopilar datos relevantes sobre la visibilidad y la calibración del sistema de iluminación del vehículo para proponer una hipótesis que es la de Elaborar el Luxómetro portátil con chip ATMEGA para verificar y determinar si se pudo solucionar el problema mediante la creación de este dispositivo.

2.3. MÉTODO ANALÍTICO SINTÉTICO

Se aplicó este método puesto a que se estudió los hechos por partes y descomponiendo cada parte e idea para analizarlas una a una para después relacionarle y construir las ideas, la forma de entender el método analítico es el proceso de descomponer un todo en sus elementos básicos, es decir, que va de lo compuesto a lo simple o de los efectos a las causas.

Es así que ambos métodos trabajan en conjunto para lograr sintetizar y analizar al mismo tiempo el sistema de iluminación vehicular y el luxómetro portátil, pensando en cada una de sus partes y como poder ensamblar las ideas, de manera que la construcción del luxómetro sea exitosa y logre cubrir las demandas del sistema de iluminación vehicular.

2.4. TÉCNICA OBSERVACIONAL

La técnica de observación directa se aplicó a este proyecto como recopilación de datos puesto a que se necesitaba de la percepción visual para obtener conocimiento nuevo, en donde en este caso fue subjetiva por lo que la información fue captada y recopilada por el autor de este proyecto.

2.5. RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DOCUMENTAL

Para el presente proyecto se recopiló información de tipo libros, manuales y guías las cuales daban a conocer una perspectiva completa de las funcionalidades del sistema de iluminación, sus partes y funciones dando una idea general de las posibles causas del problema de iluminación y así también se recopilaron datos fidedignos respecto al luxómetro, partes y principios mecánicos que hicieron posible enriquecer el conocimiento y posterior a esto aplicarlo a la creación así como fue imprescindible para la creación del manual de usuario.

2.6. DIAGRAMA ESTRUCTURAL

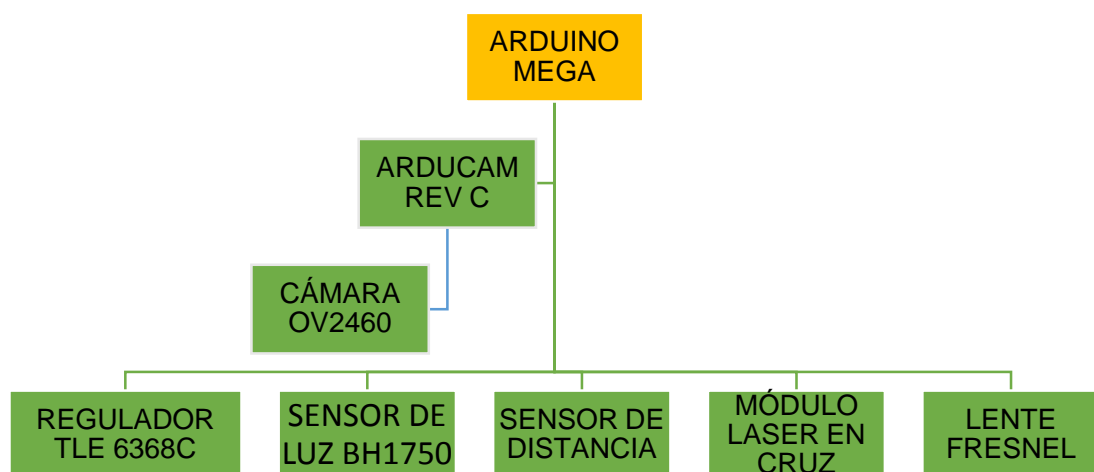


Figura 5. Diagrama de construcción de luxómetro. Elaboración propia

El luxómetro se construye en una placa Arduino Mega (Figura 5) con la utilización de un regulador TLC 6368C (Figura 6) para la alimentación de todo el circuito. A partir de la placa, se realiza el ensamblaje mediante los cables proto CDMX (Figura 7) de la Arducam Rev C (Figura 5) con la cámara OV2460 (Figura 10) detrás del lente Fresnel (Figura 11) para observar las mediciones en la programación de la interfase. Con la instalación del sensor de luz BH1750 (Figura 9), el módulo láser en cruz (Figura 8), realizan las mediciones de lux que emiten los faros del vehículo, además de determinar

la posición negativa o positiva de los faros. A partir de la integración de estos dispositivos con su respectiva prueba, se puede realizar mediciones en los faros para realizar los ajustes necesarios de posición y luminosidad de acuerdo con la homologación vigente.

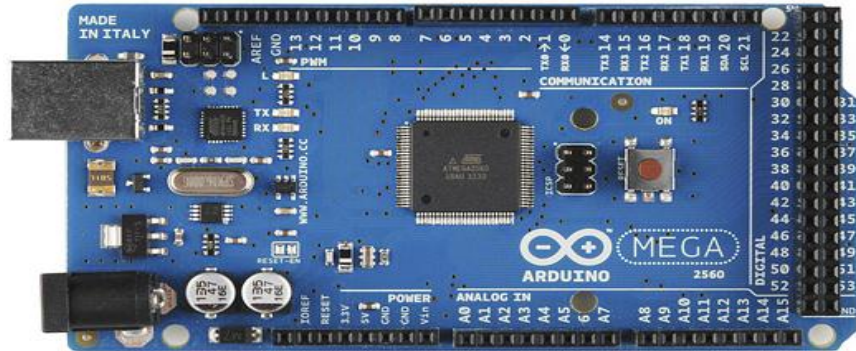


Figura 6. Arduino Mega.
(Thayes,2018)



Figura 7. Arducam Rev C.
(Arduino,2015)

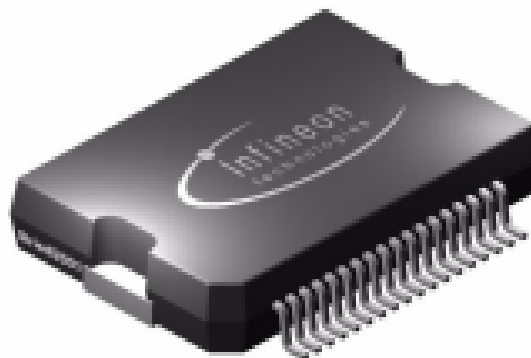


Figura 8. Reculador de tensión.
(Infineon,2006)



Figura 9. Cables proto.
(CDMX Electrónica,2018)



Figura 10. Láser en Cruz
(Ventura,2016)

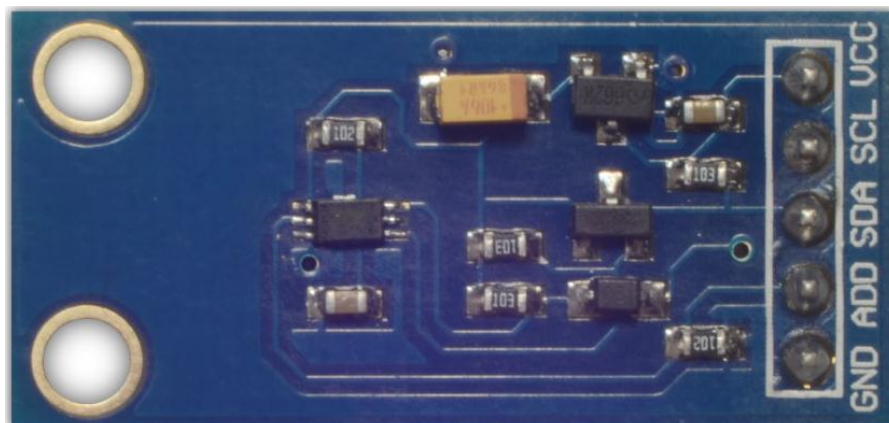


Figura 11. Sensor de Luz BH1750.
(Ventura, 2016)



Figura 12. Cámara OV2640
(ArduCam,2015)

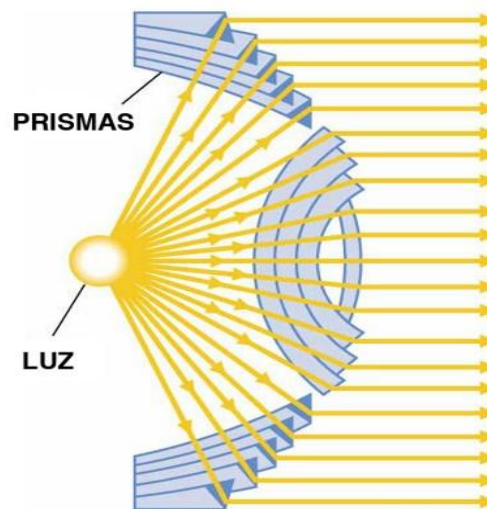


Figura 13. Lente fresnel.
(Fresnel, 2014)

2.7. CONSTRUCCIÓN DEL DISPOSITIVO

2.7.1. DISEÑO DE LA ESTRUCTURA SOLIDWORKS STUDENT (PRODUCT TRIAL)

El diseño de la estructura metálica se realizó en la herramienta Solid Works ya que es una herramienta completa que hace posible ver el diseño en 3 dimensiones en donde se refleja planos de despiece, es así que mediante los planos del prototipo base se puede obtener las medidas correspondientes el cual más adelante se utilizara para la construcción del luxómetro. (Figura 14)

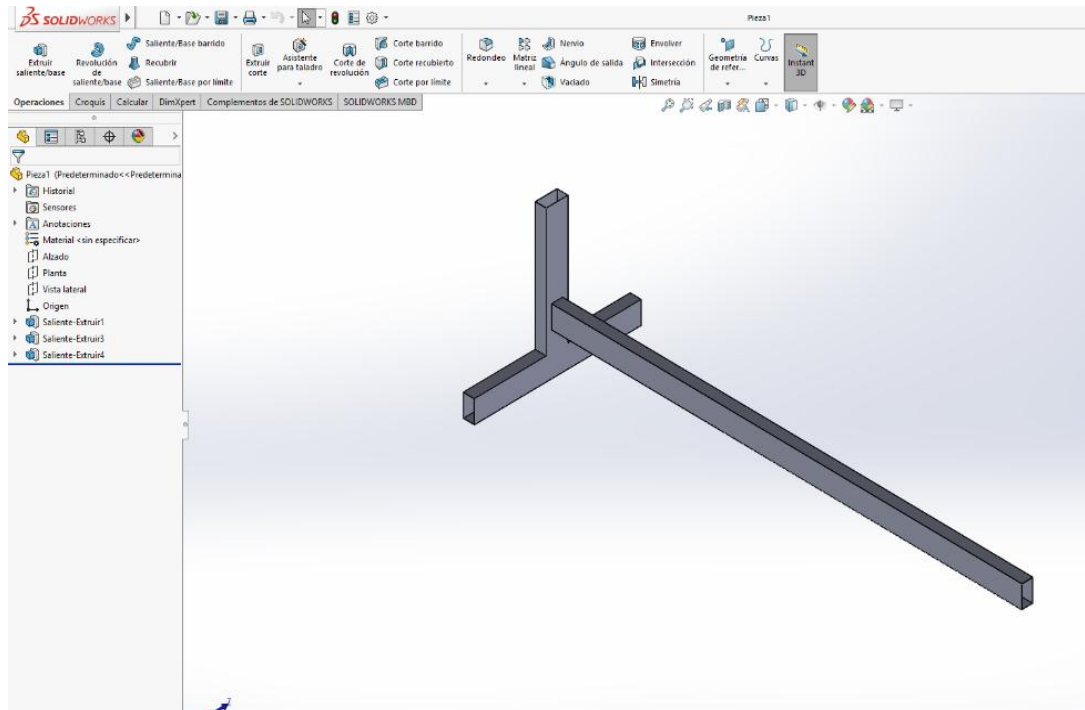


Figura 14. Diseño Solid Works

2.7.2. DISEÑO ELECTRÓNICO EN HERRAMIENTA PROTEUS (DEMO)

El diseño se realizó en la herramienta Proteus (DEMO) puesto a que sus funciones hacen posible el diseño de ensamblaje respecto a las conexiones del regulador TLE6368C, el Arduino Mega y el ArduCam REVC, por lo que se facilita realizar las conexiones en el dispositivo. (Figura 15)

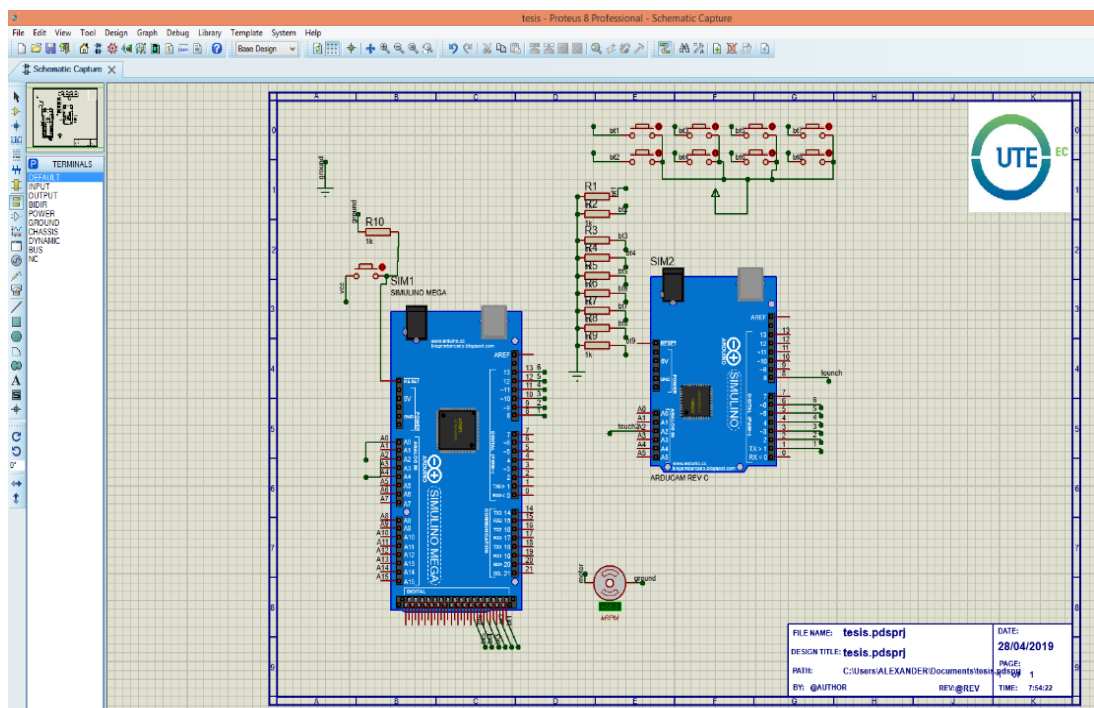


Figura 15. Diseño Proteus DEMO

2.7.3. DIAGRAMACIÓN DEL SISTEMA ELECTRÓNICO PCB

De acuerdo con el sistema estructural en Proteus (DEMO) se procede a realizar el diseño esquemático para la impresión en una placa PCB (Figura 16) utilizando la herramienta PCB Layout, se insertan los componentes del diagrama y se procede a realizar el auto ruteo para organizar las conexiones debido a que la impresión es de doble capa. (Figura 17)

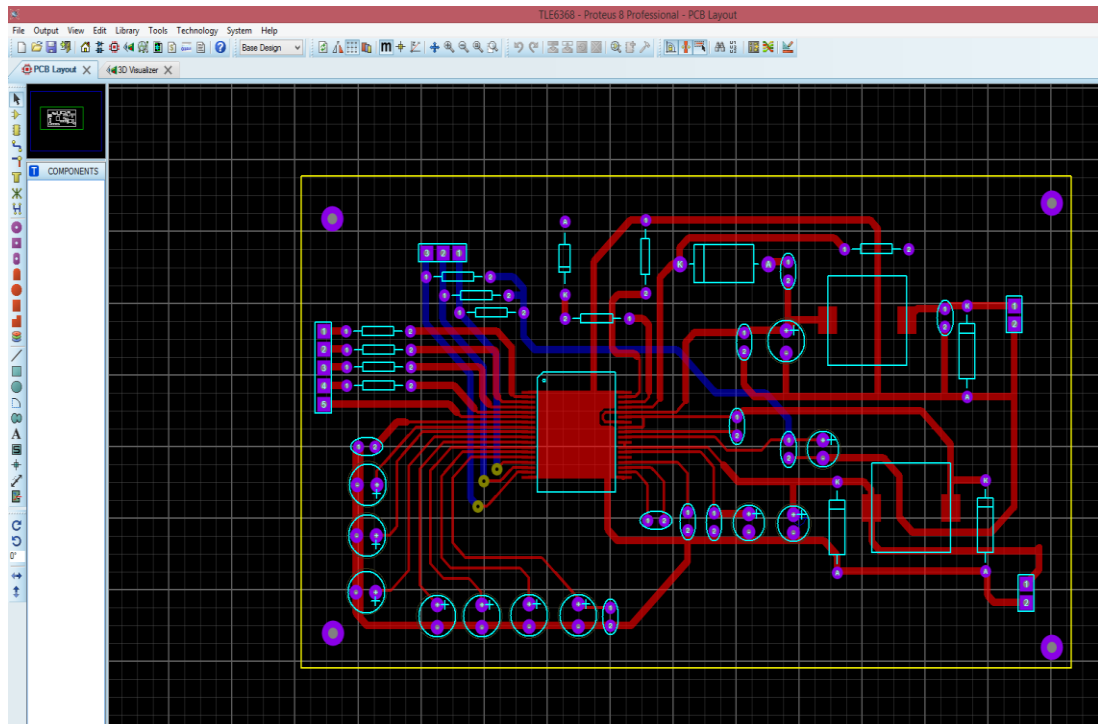


Figura 16. Diagrama PCB

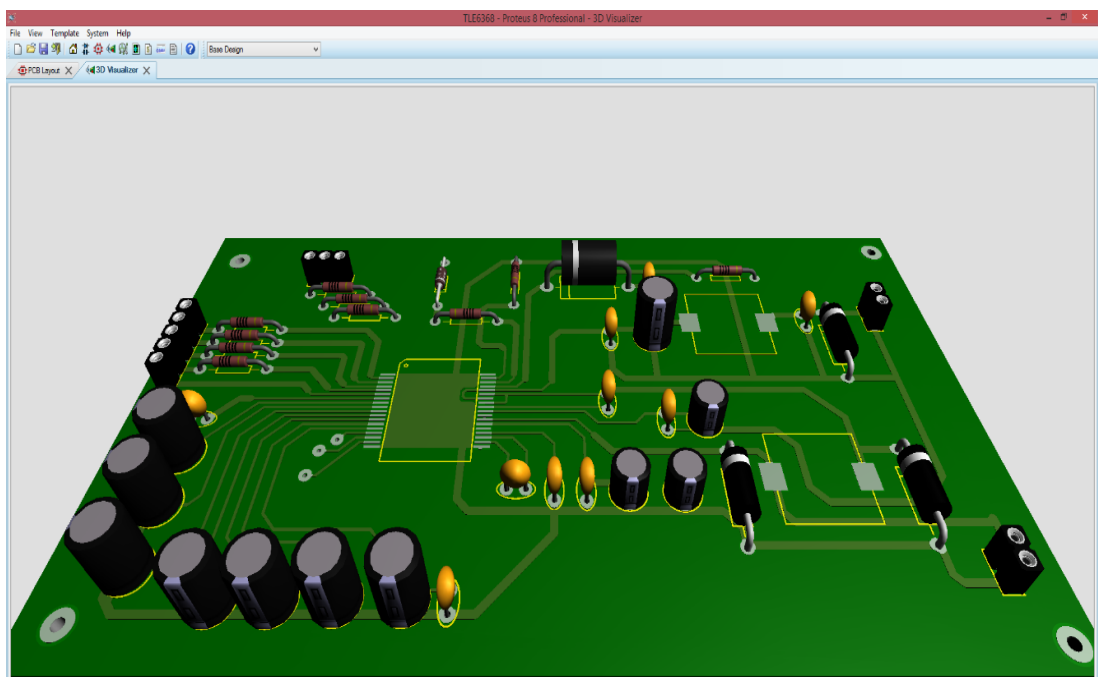


Figura 17. Diagrama PCB 3D

2.7.4. CONSTRUCCIÓN ESTRUCTURAL DEL LUXÓMETRO

2.7.4.1. Construcción de la base del Luxómetro

De acuerdo con el diseño de la estructura metálica en Solid Works, se procede a la elaboración de la base del luxómetro con dos tubos rectangulares de medidas de 80mm*40mm*2mm de grosor y de 450mm de largo, y otro tubo de las mismas medidas de grosor con un largo de 605mm soldados con una suelda especial Mig. (Figura 18)



Figura 18 Construcción de la base del Luxómetro

2.7.4.2. Ensamblaje del parante principal

El parante principal es del mismo material que la base, incluyendo las mismas especificaciones del grosor de la base, pero con una longitud de 1705mm, se colocó tres llantas de nylon en cada extremo de la base. (Figura 19)



Figura 19. Ensamblaje del parante principal

2.7.4.3. Construcción de la Base Metálica

La caja metálica se construyó en base a tol galvanizado de 1.5mm, el material fue elegido por su resistencia a la corrosión y su durabilidad, el diseño de la caja tiene una medida de 300mm*250mm. (Figura 20)



Figura 20. Construcción de la Base Metálica

2.7.4.4. Acabados de la base y caja metálica

Se procedió a pintar la parte interna de la caja metálica con un color negro ya que se necesita que el interior sea oscuro para una correcta medición y percepción de la luz, la parte externa se pintó de color gris y finalmente el parante fue pintado de color negro. (Figura 21)



Figura 21. Acabados de la base y caja metálica

2.7.4.5. Conexión Sistema Electrónico

Se instaló la conexión de los botones con el Arduino Mega y el ArduCam, se instaló las tierras y se conectó el Serbo y el Sensor de Luz BH1750, para posterior a esto cargar y calibrar el PROGRAMA CON BOTONES POT_CAM1 BLOQ diseñado por el autor del presente proyecto el cual servirá para la calibración digital de los faros y por último se ensamblará en la caja metálica. (Figura 22)

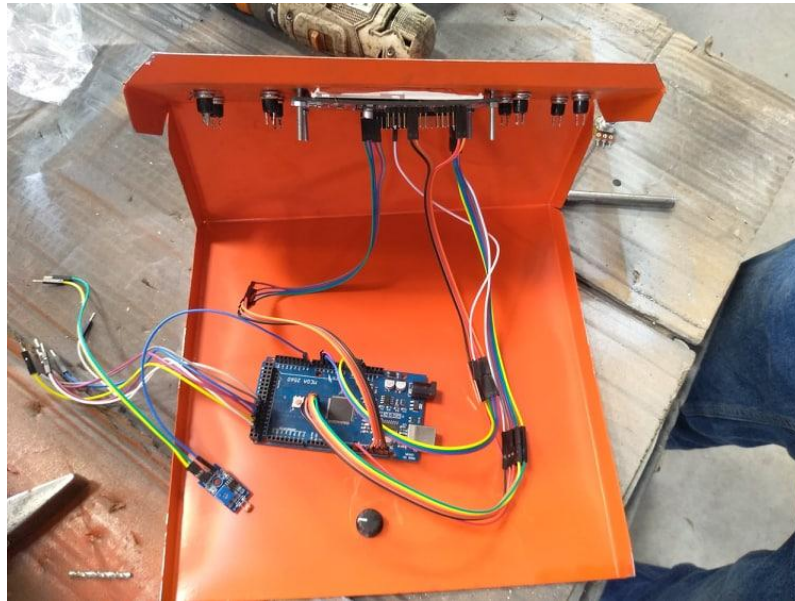


Figura 22. Conexión Sistema Electrónico

2.7.4.6. Ensamblaje del Luxómetro

Se procede a ensamblar el parante principal con la caja metálica ya unida al sistema electrónico mediante una abrazadera metálica sujeta con un perno que hace posible que todo esto sea un sistema móvil. (Figura 23)



Figura 23. Ensamblaje del Luxómetro

2.8. PROGRAMACIÓN

2.8.1. INICIALIZACIÓN DE LIBRERIAS

Se inicia la programación mediante el llamado de librerías la cual se puede encontrar la codificación de cada función o componente requerido para el luxómetro digital portátil, estableciendo los parámetros constantes y variables para inicializar el programa. (Figura 24)

Las librerías son códigos realizados por terceros el cual facilita la programación, es decir la función principal de cada componente al incluir las librerías, por ejemplo se incluye la función al escribir “#include <UTFT_SPI.h>” se utiliza el código base para el funcionamiento de la pantalla UTFT y su comunicación en el puerto SPI.

A screenshot of an IDE window titled 'PROGRAMA_CON_BOTONES_POT_CAM1_BLOQ'. The window has a menu bar with 'Archivo', 'Editar', 'Programa', 'Herramientas', and 'Ayuda'. Below the menu bar is a toolbar with icons for a checkmark, a right arrow, a document, an up arrow, and a down arrow. The main area contains C++ code for library initialization. The code includes headers for `<UTFT_SPI.h>`, `<SPI.h>`, `<ArduCAM_Touch.h>`, `<SD.h>`, `<ArduCAM.h>`, `"memorysaver.h"`, `<Wire.h>`, and `<Servo.h>`. It then declares variables for a servo motor, pin numbers, and touch coordinates. Finally, it initializes the `ArduCAM` and `UTFT` objects with specific parameters.

```
Archivo  Editar  Programa  Herramientas  Ayuda
PROGRAMA_CON_BOTONES_POT_CAM1_BLOQ
#include <UTFT_SPI.h>
#include <SPI.h>
#include <ArduCAM_Touch.h>
#include <SD.h>
#include <ArduCAM.h>
#include "memorysaver.h"
#include <Wire.h>
#include<Servo.h>

Servo myServo;
int const PotPin=A0;
int PotVal;
int angle;
int incli;

const int slaveSelectPin = 10;
//const int SD_CS = 9;

//UTFT myGLCD(slaveSelectPin);
ArduCAM myCAM(OV2640,slaveSelectPin);
UTFT myGLCD(slaveSelectPin);
boolean isShowFlag = true;
//myTouch(TCS, IRQ);
ArduCAM_Touch myTouch(8, 2);

extern uint8_t BigFont[];
extern uint8_t SmallFont[];
extern uint8_t SevenSegNumFont[];

int Pantalla;

int x, y;

int x1=50;
int i;
char seleccionarUnidad;
```

Figura 24. Programación de Librerías

2.8.2. PROGRAMACIÓN DE LA PANTALLA INICIAL

La Figura 25 muestra la configuración de la pantalla inicial, que se da después de haber inicializado el programa, el programa se inicia al escribir "void" el cual inicia los comandos, en la Figura 26 se muestra cuando se establece las características iniciales como los colores, fuente, cuadros, fondos y mandos iniciales.

```

PROGRAMA_CON_BOTONES_POT_CAM1_BLOQ
//=====FUNCIONES=====
//FUNCION PANTALLA DE PRESENTACION
void dibuPanIni() {
  //Titulo
  myGLCD.fillScr(VGA_GRAY);
  myGLCD.setBackgroundColor(128,128,128);
  myGLCD.setColor(255, 255, 255);
  myGLCD.setFont(BigFont);
  myGLCD.print("PROBADOR DE FAROS", CENTER, 10);
  myGLCD.print("ELECTRONICO", CENTER, 32);
  myGLCD.setColor(255, 0, 0);
  myGLCD.drawLine(0,54,319,54);
  myGLCD.drawLine(0,55,319,55);
  myGLCD.drawLine(0,56,319,56);
  myGLCD.setColor(255, 255, 255);
  myGLCD.setFont(SmallFont);
  myGLCD.print("UNIVERSIDAD UTE", CENTER, 64);
  myGLCD.print("JAMES CHANGO", CENTER, 86);
  myGLCD.setFont(BigFont);
  myGLCD.print("Proyecto de Grado", CENTER, 109);
  myGLCD.setColor(255,127,80);
  myGLCD.print("ING. AUTOMOTRIZ", CENTER, 200);
  //BOTON DE INICIO
  myGLCD.setColor(64,64,64);
  myGLCD.fillRoundRect(35,140,285,180);
  // myGLCD.setColor(255,255,255);
  //myGLCD.drawRoundRect(35,140,285,180);
  myGLCD.setFont(BigFont);
  myGLCD.setBackgroundColor(64,64,64);
  myGLCD.setColor(255,255,255);
  myGLCD.print("INICIO", CENTER, 152);
}

```

Figura 25. Programación de la Pantalla Inicial-Plataforma Arduino



Figura 26. Pantalla Inicial

2.8.3. PROGRAMACIÓN DEL MENÚ DE PANTALLA

En la Figura 27 se presenta el menú de pantalla se programan las funciones destinadas a realizar por el luxómetro digital portátil, siendo las variables: Vehículo que despliega las opciones según el tipo de vehículo: carro (liviano) o pesado; Luz que despliega las opciones según el tipo de foco: Led,

Alógeno, Xenón; Inclinación que presenta un rango de 0° a 10° dependiendo la necesidad de la medición.

```
PROGRAMA_CON_BOTONES_POT_CAM1_BLOG
//PANTALLA MENU BOTONES SELECCION

void C1(){
  myGLCD.setColor(0, 0, 0);
  myGLCD.drawCircle(18, 70, 9);
myGLCD.setColor(255,160,16):
myGLCD.drawCircle(18, 115, 9);
myGLCD.drawCircle(18, 160, 9):
}
void C2(){
  myGLCD.setColor(0,0,0):
  myGLCD.drawCircle(18, 115, 9):
myGLCD.setColor(255,160,16):
  myGLCD.drawCircle(18, 70, 9):
  myGLCD.drawCircle(18, 160, 9):
}
void C3(){
  myGLCD.setColor(0,0,0):
  myGLCD.drawCircle(18, 160, 9):
  myGLCD.setColor(255,160,16):
  myGLCD.drawCircle(18, 70, 9):
  myGLCD.drawCircle(18, 115, 9):
}
//CASOS C1

void O1(){
  switch (buttonPushCounter1)
  {
    case 1:
      myGLCD.setBackgroundColor(255,160,16):
      myGLCD.setColor(0,0,0):
      myGLCD.setFont(BigFont):
      myGLCD.print("CARRO ", 160,62):

      break:
    case 2:
      myGLCD.setBackgroundColor(255,160,16):
      myGLCD.setColor(0,0,0):
      myGLCD.setFont(BigFont):
      myGLCD.print("PESADO", 160,62):
      break:
  }
}
```



Figura 27. Configuración del Menú de Pantalla

2.8.4. PROGRAMACIÓN DE LUZ MEDIA

En la Figura 28 se aprecia la programación de luz media, en la Figura 29 la pantalla con la función, se ejecuta la función luz media que permitirá acceder a la pantalla con el plano cartesiano para calibrar el haz de luz mediante el sensor BH1750 con el fin de localizar la posición de la luz en un punto centro respecto al faro y medir la intensidad luminosa.

```
PROGRAMA_CON_BOTONES_POT_CAM1_BLOQ Arduino 1.8.5 - [X]
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda
PROGRAMA_CON_BOTONES_POT_CAM1_BLOQ
//LUZ MEDIA BOTON
void LMB() {
  // buttonState6 = 0;
  myGLCD.setColor(255, 0, 0);
  myGLCD.drawLine(60,111,160,111);
  myGLCD.drawLine(160,111,166.31,104.69);
  myGLCD.drawLine(166.31,104.69,183.56,104.69);

  myGLCD.setColor(255, 255, 255);
  myGLCD.drawLine(183.56,104.69,260,84.21);
}

```

Figura 28. Programación de Luz Media

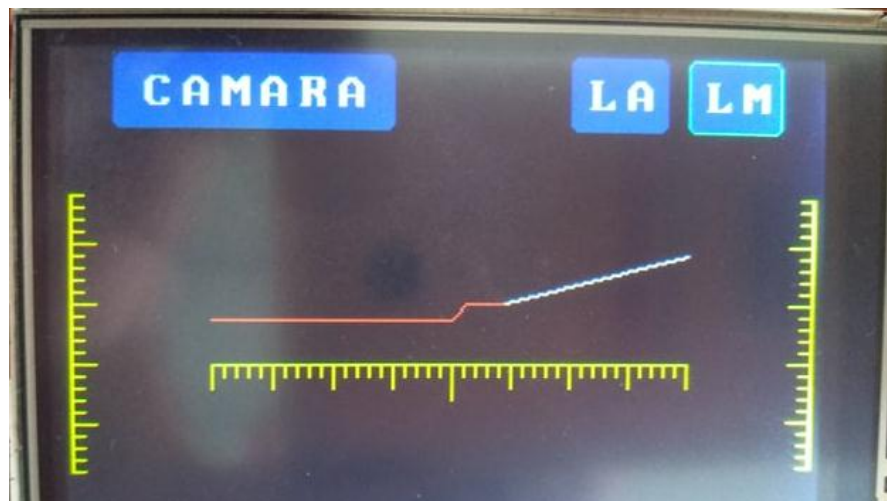


Figura 29. Pantalla con la función de Luz Media

2.8.5. PROGRAMACIÓN DE LUZ ALTA

En la Figura 30 se aprecia la programación de luz alta, en la Figura 31 la pantalla con la función, se ejecuta la función luz alta que permitirá acceder a la pantalla con el plano cartesiano para calibrar el haz de luz mediante el sensor BH1750 con el fin de localizar la posición de la luz en el plano horizontal respecto al faro y medir la intensidad luminosa.

```
PROGRAMA_CON_BOTONES_POT_CAM1_BLOQ Ardui... - □ ×
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda
PROGRAMA_CON_BOTONES_POT_CAM1_BLOQ
}
//Boton luz alta
void Luza() {
  myGLCD.setColor(100, 155, 203);
  myGLCD.fillRoundRect (210, 2, 250, 32);
  /* myGLCD.setColor(0, 255, 255);
  myGLCD.drawRoundRect (210, 2, 250, 32);*/
  myGLCD.setColor(255, 255, 255);
  myGLCD.setFont(BigFont);
  myGLCD.print("LA", 215, 9);
}
< >
```

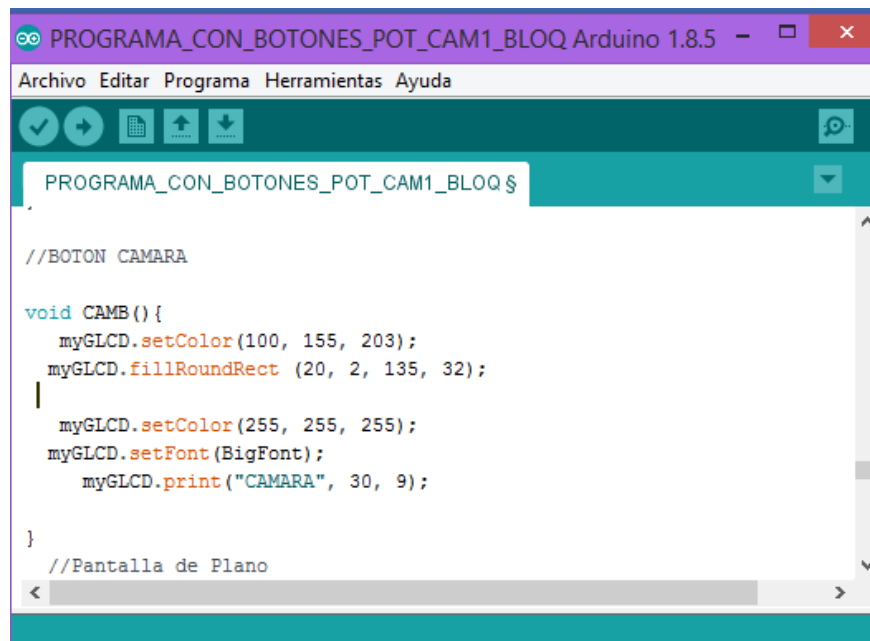
Figura 30. Programación de Luz Alta



Figura 31. Pantalla con la función de Luz Alta

2.8.6. PROGRAMACIÓN DE CÁMARA

En la Figura 32 se aprecia la programación de cámara, se ejecuta la función de cámara que debe estar situada a 300mm del plano principal en donde estará ubicado el sensor BH1750 lo que permite realizar una comprobación visual corroborando la medida y ángulo de la luz respecto al plano.



The image shows a screenshot of the Arduino IDE interface. The title bar reads "PROGRAMA_CON_BOTONES_POT_CAM1_BLOQ Arduino 1.8.5". The menu bar includes "Archivo", "Editar", "Programa", "Herramientas", and "Ayuda". The toolbar contains icons for saving, running, and other functions. The main editor area shows the following code:

```
PROGRAMA_CON_BOTONES_POT_CAM1_BLOQ $  
.  
  
//BOTON CAMARA  
  
void CAMB(){  
  myGLCD.setColor(100, 155, 203);  
  myGLCD.fillRoundRect (20, 2, 135, 32);  
  |  
  myGLCD.setColor(255, 255, 255);  
  myGLCD.setFont(BigFont);  
  myGLCD.print("CAMARA", 30, 9);  
  
}  
  
//Pantalla de Plano
```

Figura 32. Programación de la Cámara

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. ESTRUCTURA FINAL

En la Figura 33 se aprecia el Luxómetro tradicional que se ha usado generalmente para la calibración de faros, es grande y de posicionamiento fijo, mientras que en la Figura 34 se muestra el Luxómetro Digital Portátil realizado por el autor, es de menor tamaño, portátil y digital, lo que facilita su uso así como mejora la estética.



Figura 33. Luxómetro Tradicional



Figura 34. Luxómetro Digital Portátil

3.2. MECANISMO ANALÓGICO VS. DIGITAL

La descripción de los mecanismos digital en comparación con el análogo se ha descrito en la Tabla 3.

Tabla 3. Mecanismo Analógico Vs. Digital

	REGLOSCOPIO ANALÓGICO	REGLOSCOPIO DIGITAL
LENTE FRESNEL	✓	✓
RUEDA GRADUADA	✓	✓
SENSOR LDR	✓	
SENSOR LUMINOSIDAD		✓
PANTALLA COMPROBACIÓN	✓	✓
PANTALLA DIGITAL		✓
REGULADOR VOLTAJE TLE6368C		✓
CÁMARA COMPROBACIÓN		✓

Se analiza un regloscopio analógico el cual es un sistema convencional ya que la medición que se realiza con este aparato es perceptible con la vista y tiene un margen de error de $\pm 12\%$ lo cual se puede decir que la regulación no sería acertada.

Por otra parte, el regloscopio digital es más eficiente pero su costo es elevado los beneficios de este son que con un sensor de luz y una pantalla digital se puede hacer las comprobaciones más precisas ya que de acuerdo con la intensidad de luz se obtiene valores que se refleja en la pantalla digital pudiendo hacer la calibración en menor tiempo y con mayor precisión se estima que el margen de error en este dispositivo es de $\pm 4\%$.

3.3. COMPROBACIÓN DE LUZ ALTA

En la Figura 35 se aprecia el Luxómetro tradicional que se ha usado generalmente en la comprobación de la luz alta la apreciación es distorsionada en la cual no se muestra un punto exacto de medición ya que la mayor intensidad de luz está dispersa, mientras que en la Figura 36 se muestra la comprobación de luz alta por medio del sensor que conforme a la intensidad de luz el punto se mueve según la necesidad de calibración hasta que llega al punto centro logrando mayor precisión.

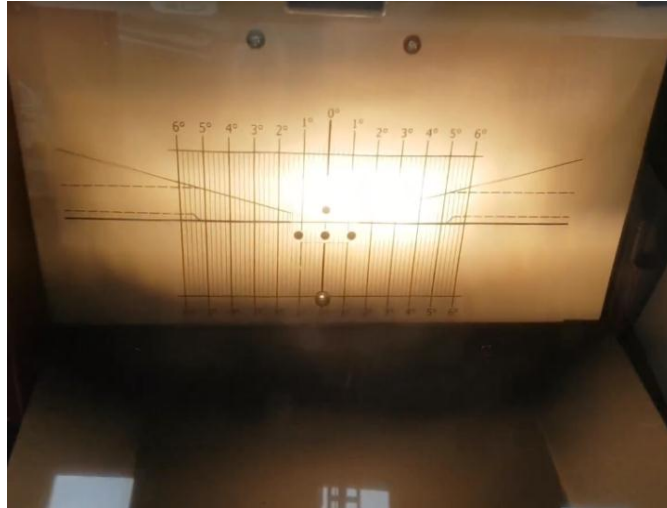


Figura 35. Luz Alta del Luxómetro Tradicional

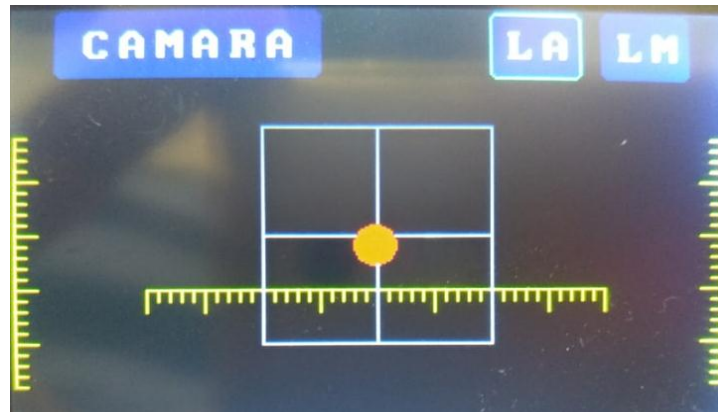


Figura 36. Luz Alta del Luxómetro Digital Portátil

3.4. COMPROBACIÓN DE LUZ MEDIA

La tabla 4 indica el alcance geométrico para diferentes inclinaciones de los faros, cuando la altura de montaje de los proyectores es de 65 cm. En las inspecciones técnicas se aceptan inclinaciones de hasta el -2,5% (1,5% por debajo del ajuste normal) El ordenamiento legal de la Unión Europea (directiva 76/56/CEE) establece que el ajuste fundamental según la medida es de 1% con respecto a 10 cm a una distancia de 10m con una persona en el asiento del conductor como carga del vehículo, es decir, de -1% a -1,5% con relación a la horizontal.

Tabla 4. Alcance geométrico (I.E.S. Mateo alemán)

Alcance geométrico para la parte horizontal del límite entre la zona iluminada y la oscura de la luz de cruce (altura de montaje del faro 65 cm.)					
Inclinación del límite entre la zona iluminada y la oscura (1% = 10 cm. / 10 m.)	-1%	-1,5%	-2%	-2,5%	-3%
Medida de ajuste e (cm.)	10 cm.	15 cm.	20 cm.	25 cm.	30 cm.
Alcance geométrico para la parte horizontal del límite entre la zona iluminada y la oscura (m.)	65 m.	43,3 m.	32,5 m.	26 m.	21,7 m.

En la Figura 37 se aprecia el Luxómetro tradicional que se ha usado generalmente en la comprobación de la luz media se muestra el haz de luz con un ángulo de inclinación a 45° el cual no se puede apreciar con claridad el punto centro, mientras en la figura 38 la comprobación de luz media en el luxómetro digital portátil se muestra el plano a 45° el cual posiciona la luz con su mayor intensidad al punto centro y con el ángulo a 45° determinando con mayor precisión la calibración de la misma.



Figura 37. Luz Media del Luxómetro Tradicional



Figura 38. Luz Media del Luxómetro Digital Portátil

Se tiene que tomar en cuenta que en el plano de la pantalla la posición siempre será la misma del eje de coordenadas, al seleccionar en el menú la inclinación automáticamente el servo mueve la pantalla de comprobación y el sensor BH1750.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

- Mediante el presente proyecto de investigación se determina que el diseño estructural del regloscopio portátil es más práctico para el traslado y utilización, así como también se comprueba la eficacia de implantar un diseño digital para brindar una calibración más precisa.
- Al realizar el proceso de calibración se considera parámetros de conducción y verificar la capacidad de carga, y con qué frecuencia el vehículo se encuentra con su carga máxima, ya que si la calibración se realiza norma como especifica el fabricante y el vehículo tiene una carga máxima frecuentemente este puede ocasionar deslumbramiento.
- La herramienta Proteus (DEMO) es eficaz en la diagramación de circuitos electrónicos y la creación de nuevos componentes puesto a que se puede utilizar la función PCB Layout para el diseño e impresión de placas.
- La tabla que se obtuvo para la calibración tiene situada las medidas en milímetros y está diseñada para una distancia de 25m, el diagrama de comprobación se realizó a escala para simular la distancia con un lente Fresnel.
- El manual de usuario es primordial en la presentación del luxómetro digital portátil ya que facilita el correcto entendimiento y utilización de la máquina.

4.2. RECOMENDACIONES

- Después del proceso de calibración por medio del sensor BH1750 es necesario realizar la comprobación con la cámara para verificar que las lecturas sean correctas ya que el faro puede presentar desperfectos que el sensor no podría hallar.
- Sustituir el regulador TLE6368C por otro regulador de menor capacidad como el LM2596 puesto que no se demanda energía excesiva.
- Al usar el luxómetro automotriz portátil hay que tomar en cuenta la conexión de la maquina directa a la alimentación del vehículo ya que al invertir el voltaje o los cables pueden ocasionar desperfectos en el mismo.

- Utilizar el dispositivo en un lugar plano para disminuir el intervalo de error y hacer uso efectivo del mismo.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

- Arducam. (2015). ArduCAM Rev.C+ Camera Shield: Hardware Application Note. Recuperado de http://www.arducam.com/downloads/shields/ArduCAM_Rev.C+_Camera_Shield_Hardware_Application_Note.pdf.
- Águeda, E., Gómez, T., García, J., Navarro, J.,García, G. (2010). Elementos amovibles. Paraninfo. 420. Recuperado de https://books.google.com.ec/books?id=Bc8A_7Qp1A4C&pg=PA350&dq=DISPERSI%C3%93N+DE+LOS+FAROS&hl=es419&sa=X&ved=0ahUKEwiqpfraztzdAhVhiOAKHde2AccQ6AEIKjAB#v=onepage&q=DISPERSI%C3%93N%20DE%20LOS%20FAROS&f=false
- Bosch. (1996). Manual de la técnica del automóvil. *Reverté*. 893. Recuperado de https://books.google.com.ec/books?id=xiB6RA_OT7kC&pg=PA704&lp=PA704&dq=reflector+homofocal&source=bl&ots=uUI8Vr038&sig=CHWLrUEi87cc_J5KvzvTFognXlg&hl=es419&sa=X&ved=2ahUKEwj8xYjwztzdAhWKdd8KHTxdDsEQ6AEwB3oECAAQAQ#v=onepage&q=reflector%20homofocal&f=false
- Calduch, R. (2014). Métodos y Técnicas de Investigación Internacional. Recuperado de <https://www.ucm.es/data/cont/docs/835-2018-03-01-Metodos%20y%20Tecnicas%20de%20Investigacion%20Internacional%20v2.pdf>
- Carrillo, D., Jima, J. (2012). Diseño y construcción de un banco didáctico para comprobación y corrección del alumbrado principal del vehículo. Recuperado de <http://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/1438/1/09606.pdf>
- CDMX Electrónica. (2018). Cables Proto Jumpers jumper macho. Recuperado de https://www.cdmxelectronica.com/nuevos_productos/componentes/cables/65-cables-proto-jumpers-jumper-macho/
- Dávila, G. (2006). El razonamiento inductivo y deductivo dentro del proceso investigativo en ciencias experimentales y sociales. *Laurus*, 12 (Ext), 180-205. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/761/76109911.pdf>
- Domínguez, E. Ferrer, J. (2018). Circuitos eléctricos auxiliares del vehículo. *Editex*. 328. Recuperado de https://books.google.com.ec/books?id=4BhfDwAAQBAJ&pg=PA183&lp=PA183&dq=reflector+homofocal&source=bl&ots=5W9I_Htri9&sig=dlnTGQeg2d41goaaO44mR37Mspo&hl=es419&sa=X&ved=2ahUKEwj8xYjwztzdAhWKdd8KHTxdDsEQ6AEwC3oECAUQAQ#v=onepage&q=reflector%20homofocal&f=false

- Dominguez, E., Ferrer, J. (2013). Elementos amovibles. *Editex*. 336
Recuperado de https://books.google.com.ec/books?id=vQrFAwAAQBAJ&pg=PA253&lpg=PA253&dq=reflector+homofocal&source=bl&ots=HeKDj6DO1g&sig=hXxvJsZLrpZmY0MaPP3_01hWQbE&hl=es419&sa=X&ved=2ahUK Ewj8xYjwztdAhWKdd8KHTxdDsEQ6AEwCHoECAIQAQ#v=onepage&q=reflector%20homofocal&f=false
- Geek Factory (2016). Diagrama de pines Arduino (pinout arduino).
Recuperado de <https://www.geekfactory.mx/tutoriales/tutoriales-arduino/diagrama-de-pines-arduino-pinout-arduino/>
- GIGATIR (2013). Alineador de Faros. Buenos Aires. Recuperado de <http://www.gigatir.com/alineador-faros-para-linea-de-verificacion-tecnica-vehicular.html>
- HELLA (2003). Manual de instrucciones del aparato de reglaje de faros universal: Serie digital IV. Recuperado de <http://truck-center.com.ua/pdf/00020083402255.pdf>
- HELLA (2015). Manual de instrucciones del aparato de reglaje de faros universal Serie Digital IV. Recuperado de <http://truck-center.com.ua/pdf/00020083402255.pdf>
- Infineon Technologies. (2007). Multi-Voltage Processor Power Supply: TLE 6368 / SONIC. Recuperado de http://www.produktinfo.conrad.com/datenblaetter/1100000119999/001191282da01enBOARD_DEMO_FOR_TLE_6368_DE__6368_INF.pdf
- Jiménez, J. (2018). Red Operativa de Desguaces Españoles: El sistema de alumbrado del vehículo. Recuperado de <https://www.ro-des.com/mecanica/sistema-alumbrado-del-coche-que-es/>
- Leal, D. (2013). Diseño del dispositivo de verificación de un regloscopio. Recuperado de <https://orff.uc3m.es/bitstream/handle/10016/18491/PFC%20de%20Daniel%20Leal%20Ortiz.pdf>
- Llaneza, F. (2009). Ergonomía y Psicología Aplicada: Manual para la formación del especialista. Lex Nova. 574. Recuperado de https://books.google.com.ec/books?id=EAq3__YLOjIC&pg=PA147&dq=deslumbramiento+fisiol%C3%B3gico&hl=es419&sa=X&ved=0ahUKEwiC2iJ_ePdAhWG2VMKHQkaAL8Q6AEILTAB#v=onepage&q=deslumbramiento%20fisiol%C3%B3gico&f=false
- Lopera, J., Ramírez, C., Zuluaga, M., Ortiz, J. (2010). El método analítico como método natural 1. Nómadas. Revista Crítica de Ciencias Sociales y Jurídicas 25 (1). 2010 Recuperado de <https://webs.ucm.es/info/nomadas/25/juandiegolopera.pdf>
- MAHA (2015). Equipos de diagnóstico MAHA: Regloscopio. Recuperado de http://www.maha.de/cps/rde/xbcr/SID-B08D9AB4-FF5533B3/maha_de/BRO_MAHA_alle_Diagnosegeraete_ES.pdf

- Pomares, J. (2009). Manual de arduino. *Grupo de Innovación Educativa en Automática*. Recuperado de <https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/11833/1/arduino.pdf>
- Real Automóvil Club de España (2006). Iluminación del automóvil y seguridad vial. Recuperado de <https://www.race.es/race.es/documentos/motor/tecnologia/INFORME%202006%20Iluminaci%C3%B3n%20autom%C3%B3vil.pdf>
- Rodríguez, A., Pérez, A. (2017). Métodos científicos de indagación y de construcción del conocimiento. *Revista Escuela De Administración De Negocios*, 1 (82), 175-195. Recuperado de <https://doi.org/10.21158/01208160.n82.2017.1647>
- Mogue, E. R. (2005). Metodología de la Investigación. México: Villahermosa.
- Namakforoosh, M. N. (2005). Metodología de la investigación. México: Noriega Editores.
- Naylamp Mechatronics (2018). Módulo Cámara VGA OV7670. Recuperado de <https://naylampmechatronics.com/sensores-luz-y-sonido/140-modulo-camara-vga-ov7670.html>
- Lap Laser (2018). Proyector láser lineales. Recuperado de <https://www.lap-laser.com/es/industrias-generales/proyeccion/laseres-de-linea/>
- Infinitronica (2018). Módulo Fotorresistor sensor de luz KY-018. Recuperado de <https://infinitronica.com/producto/modulo-fotorresistor-sensor-de-luz-ky-018/>
- PROSERQUISA (2016). Tutorial 22: Modulo Fotorresistencia KY-018. Recuperado de <http://cursoarduino.proserquisa.com/2016/10/13/tutorial-22-modulo-fotorresistencia-ky-018/>
- Thayer, L. (2018). Arduino Mega 2560 R3. Recuperado de <https://arduino.cl/arduino-mega-2560/>
- Llamas, L. (2016). Medir cantidad de luxes con ARDUINO y el luxómetro bh1750. Recuperado de <https://www.luisllamas.es/medir-cantidad-de-luxes-con-arduino-y-el-luxometro-bh1750/>
- PROSERQUISA (2016). Tutorial 22: Modulo Fotorresistencia KY-018. Recuperado de <http://cursoarduino.proserquisa.com/2016/10/13/tutorial-22-modulo-fotorresistencia-ky-018/>
- Ventura, V. (2016). BH1750. Sensor de luz ambiental con bus I2C. Recuperado de <https://polaridad.es/bh1750-luz-sensor-iluminacion-ambiental-i2c-medida-luminosidad-medicion/>
- Zapatería, O. (2010). Sistema de iluminación LED. Recuperado de http://www.centro-zaragoza.com:8080/web/sala_prensa/revista_tecnica/hemeroteca/articulos/R44_A7.pdf

- Jerez, D. & Castillo, J. (2018). Determinación de los niveles de iluminación de diferentes tipos de faros en un vehículo. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6369765.pdf>
- CESVI (2016). Diseño y evolución de las farolas en el automóvil. Recuperado de <https://www.revistaautocrash.com/disenio-evolucion-las-farolas-automovil/>
- Toyota (2018). Diferentes tipos de lámparas para faros, ¿cuál elegir? Aprende a reconocer cada tipo de iluminación de tus faros. Recuperado de <https://www.toyota.es/world-of-toyota/articles-news-events/2018/tipos-lamparas-faros-toyota.json>
- Herranz, C., Ollé, J. & Jáuregui, F. (2011). La iluminación con led y el problema de la contaminación lumínica. Recuperado de <https://www.celfosc.org/biblio/general/herranz-olle-jauregui2011.pdf>
- Revista Técnica de Centro de Zaragoza. (2019). *Regulación de los sistemas de iluminación*. Obtenido de Manual de usuario: https://revistacentrozaragoza.com/paso-paso-regulacion-los-sistemas-iluminacion/?fbclid=IwAR2x8yGuKD1pFzIUoP-5eJ3f935qXHKWcKVWQDak1rhNPJH_v8VD8RRT2vc

ANEXOS

ANEXO 1. MANUAL DE USUARIO



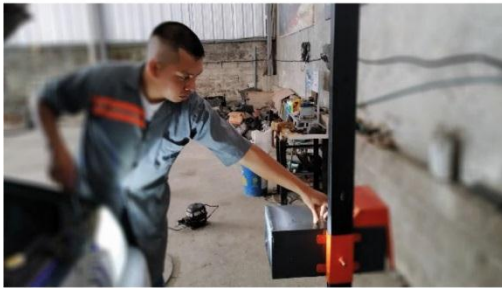
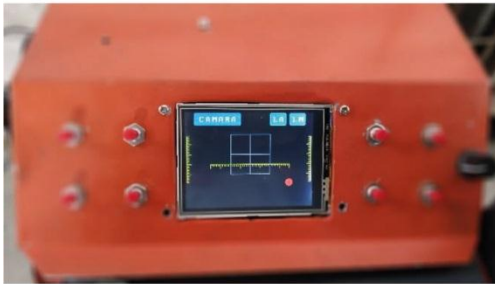
Ubicamos el dispositivo en una superficie plana, a una distancia de aproximadamente 30 cm verificamos que tipo de vehículo es y su carga máxima.

Observamos la medición del faro delantero la inclinación recomendada por el fabricante en este caso sería 1.2% eso quiere decir que en el plano diseñado para una distancia de 25m la inclinación sería 12cm.

Iniciamos el dispositivo y presiona el botón siguiente el cual avanza la pantalla de menú.

En la pantalla menú seleccionamos el tipo de vehículo en este caso es "CARRO" el siguiente es el tipo de luz que sería "LED" y por último sería la inclinación que ubicaremos con el potenciómetro en este caso sería "1"

Anexo 1. (Cont.)



Comprobamos el voltaje de la batería y encendemos la luz alta, en el dispositivo presiona el botón siguiente que llevara a el plano principal.

Presiona el botón luz alta y aparece un punto rojo en el plano,

Regula el faro con un desarmador o un dado de la medida deseada.

El punto rojo tiene que estar situado mayormente en el centro ya que el punto indica la mayor intensidad en la luz alta

Anexo 1. (Cont.)



Enciende la luz media



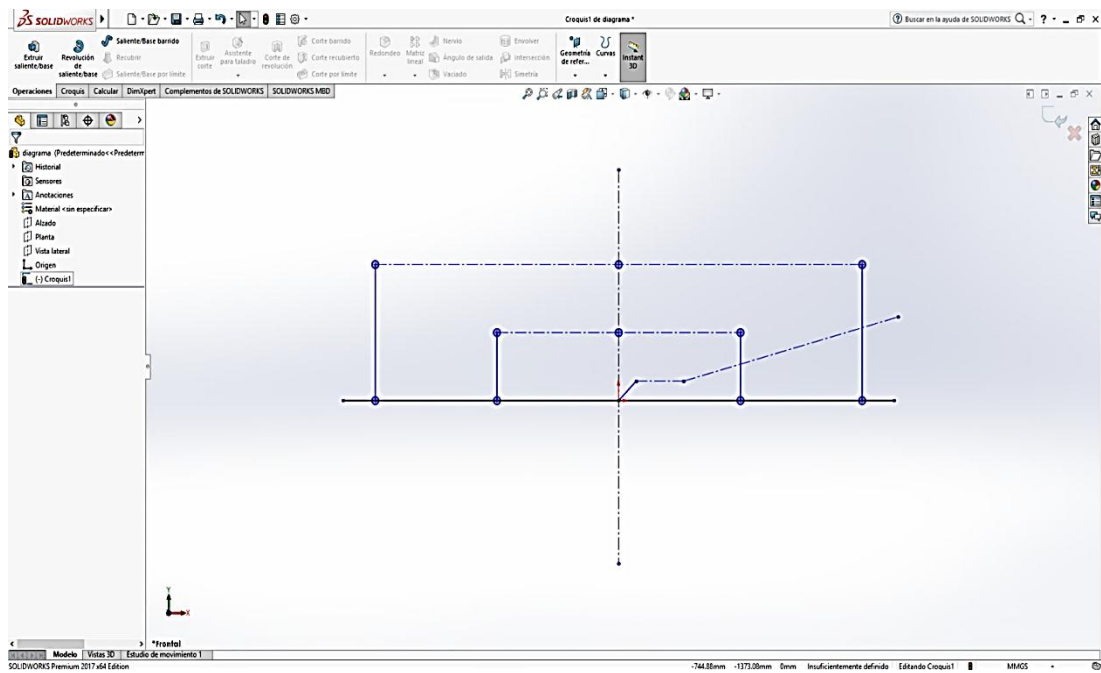
Presiona el botón luz media y aparece el plano diseñado para luz media.

Regula el faro hasta que la raya de color verde se sitúe en el centro



En la siguiente imagen se puede obtener la regulación de faro a una inclinación de 1%

ANEXO 2. DIAGRAMA DE REFERENCIA DE COMPROBACIÓN DEL LUXÓMETRO



**ANEXO 3.
IMPRESIÓN 3D ENGRANES PANTALLA DE
COMPROBACIÓN**



ANEXO 4. PANTALLA COMPROBACIÓN DE COLORES

