



**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**  
UNIDAD PROFESIONAL INTERDISCIPLINARIA EN  
INGENIERÍA Y TECNOLOGÍAS AVANZADAS



*Proyecto integrador*

**“Sistema perimetral preventivo de colisión para motocicletas utilitarias con base en alarmas automáticas sonoras (claxon) y visuales (led) alimentado por energía solar”**

*Que para obtener el título de*

**“Ingeniero en SISTEMAS AUTOMOTRICES”**

*Presenta*

**Nakamura Lira José Ignacio**

**Sánchez González Erick Ricardo**

**Zepeda Zermeño Luis Gerardo**

*Asesores*

**Briseño Tepepa Blanca Rosa**

**Jaramillo Gómez Juan Antonio**

Ciudad de México, a 25 de octubre del 2022



# INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

UNIDAD PROFESIONAL INTERDISCIPLINARIA EN INGENIERÍA Y  
TECNOLOGÍAS AVANZADAS

*Proyecto Integrador*

**“Sistema perimetral preventivo de colisión para motocicletas  
utilitarias con base en alarmas automáticas sonoras (claxon)  
y visuales (led) alimentado por energía solar”**

*Que para obtener el título de*

**“Ingeniero en SISTEMAS AUTOMOTRICES”**


Presenta:

  
Nakamura Lira José Ignacio

  
Sánchez González Erick Ricardo

  
Zepeda Zermeño Luis Gerardo

**Asesores**

  
Dr. Jaramillo Gómez Juan Antonio

  
Dra. Briseño Tepepa Blanca Rosa

**Presidente del Jurado**

**Profesor titular**

  
upiita-ipn

  
M. en C. Cruz Rivera Abraham

  
M. en C. Fernández Nava Cecilia



## Autorización de uso de obra

**Instituto Politécnico Nacional**

**Presente**

Bajo protesta de decir verdad el que suscribe Nakamura Lira José Ignacio (se anexa copia simple de identificación oficial), manifiesto ser autor (a) y titular de los derechos morales y patrimoniales de la obra titulada "Sistema perimetral preventivo de colisión para motocicletas utilitarias con base en alarmas automáticas sonoras (claxon) y visuales (led) alimentado por energía solar", en adelante "La Tesis" y de la cual se adjunta copia, por lo que por medio del presente y con fundamento en el artículo 27 fracción II, inciso b) de la Ley Federal del Derecho de Autor, otorgo a el Instituto Politécnico Nacional, en adelante El IPN, autorización no exclusiva para comunicar y exhibir públicamente total o parcialmente en medios digitales, Plataforma de la Dirección de Bibliotecas del IPN y/o consulta directa en la Coordinación de Biblioteca de la UPIITA "La Tesis" por un periodo de 5 años contado a partir de la fecha de la presente autorización, dicho periodo se renovará automáticamente en caso de no dar aviso expreso a "El IPN" de su terminación.

En virtud de lo anterior, "El IPN" deberá reconocer en todo momento mi calidad de autor de "La Tesis". Adicionalmente, y en mi calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales de "La Tesis", manifiesto que la misma es original y que la presente autorización no contraviene ninguna otorgada por el suscrito respecto de "La Tesis", por lo que deslindo de toda responsabilidad a El IPN en caso de que el contenido de "La Tesis" o la autorización concedida afecte o viole derechos autorales, industriales, secretos industriales, convenios o contratos de confidencialidad o en general cualquier derecho de propiedad intelectual de terceros y asumo las consecuencias legales y económicas de cualquier demanda o reclamación que puedan derivarse del caso.

Ciudad de México, a 25 de Octubre de 2022

**Atentamente**

  
\_\_\_\_\_  
Nakamura Lira José Ignacio



## Autorización de uso de obra

**Instituto Politécnico Nacional**

**Presente**

Bajo protesta de decir verdad el que suscribe Sánchez González Erick Ricardo (se anexa copia simple de identificación oficial), manifiesto ser autor (a) y titular de los derechos morales y patrimoniales de la obra titulada "Sistema perimetral preventivo de colisión para motocicletas utilitarias con base en alarmas automáticas sonoras (claxon) y visuales (led) alimentado por energía solar", en adelante "La Tesis" y de la cual se adjunta copia, por lo que por medio del presente y con fundamento en el artículo 27 fracción II, inciso b) de la Ley Federal del Derecho de Autor, otorgo a el Instituto Politécnico Nacional, en adelante El IPN, autorización no exclusiva para comunicar y exhibir públicamente total o parcialmente en medios digitales, Plataforma de la Dirección de Bibliotecas del IPN y/o consulta directa en la Coordinación de Biblioteca de la UPIITA "La Tesis" por un periodo de 5 años contado a partir de la fecha de la presente autorización, dicho periodo se renovará automáticamente en caso de no dar aviso expreso a "El IPN" de su terminación.

En virtud de lo anterior, "El IPN" deberá reconocer en todo momento mi calidad de autor de "La Tesis". Adicionalmente, y en mi calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales de "La Tesis", manifiesto que la misma es original y que la presente autorización no contraviene ninguna otorgada por el suscrito respecto de "La Tesis", por lo que deslindo de toda responsabilidad a El IPN en caso de que el contenido de "La Tesis" o la autorización concedida afecte o viole derechos autorales, industriales, secretos industriales, convenios o contratos de confidencialidad o en general cualquier derecho de propiedad intelectual de terceros y asumo las consecuencias legales y económicas de cualquier demanda o reclamación que puedan derivarse del caso.

Ciudad de México, a 25 de Octubre de 2022

**Atentamente**

Sánchez González Erick Ricardo





## Autorización de uso de obra

Instituto Politécnico Nacional

**P r e s e n t e**

Bajo protesta de decir verdad el que suscribe Zepeda Zermeño Luis Gerardo (se anexa copia simple de identificación oficial), manifiesto ser autor (a) y titular de los derechos morales y patrimoniales de la obra titulada "Sistema perimetral preventivo de colisión para motocicletas utilitarias con base en alarmas automáticas sonoras (claxon) y visuales (led) alimentado por energía solar", en adelante "La Tesis" y de la cual se adjunta copia, por lo que por medio del presente y con fundamento en el artículo 27 fracción II, inciso b) de la Ley Federal del Derecho de Autor, otorgo a el Instituto Politécnico Nacional, en adelante El IPN, autorización no exclusiva para comunicar y exhibir públicamente total o parcialmente en medios digitales, Plataforma de la Dirección de Bibliotecas del IPN y/o consulta directa en la Coordinación de Biblioteca de la UPIITA "La Tesis" por un periodo de 5 años contado a partir de la fecha de la presente autorización, dicho periodo se renovará automáticamente en caso de no dar aviso expreso a "El IPN" de su terminación.

En virtud de lo anterior, "El IPN" deberá reconocer en todo momento mi calidad de autor de "La Tesis". Adicionalmente, y en mi calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales de "La Tesis", manifiesto que la misma es original y que la presente autorización no contraviene ninguna otorgada por el suscrito respecto de "La Tesis", por lo que deslindo de toda responsabilidad a El IPN en caso de que el contenido de "La Tesis" o la autorización concedida afecte o viole derechos autorales, industriales, secretos industriales, convenios o contratos de confidencialidad o en general cualquier derecho de propiedad intelectual de terceros y asumo las consecuencias legales y económicas de cualquier demanda o reclamación que puedan derivarse del caso.

Ciudad de México, a 25 de Octubre de 2022

**Atentamente**

  
\_\_\_\_\_  
Zepeda Zermeño Luis Gerardo

## **Dedicatoria**

### **Nakamura Lira José Ignacio**

Este proyecto se lo dedico a mi padre, la persona más especial e importante de mi vida, que en su vida siempre estuvo apoyándome.

A mi familia que durante este proyecto me apoyo en todo momento, me aconsejó cuando todo parecía difícil y confiaron en mí.

Gracias por todo.

### **Sánchez González Erick Ricardo**

Dedico este proyecto a mis padres por estar siempre presentes en cada uno de mis pasos y por su cariño incondicional, por confiar en mi aun y cuando yo no lo hago, por aceptar y apoyar cada una de mis decisiones, por motivarme a salir adelante cada vez que me equivoco y sobre todo por la educación y valores que me brindaron, los cuales son los que me han llevado hasta donde hoy me encuentro.

A mi familia por su apoyo y ayuda a través de este recorrido, por brindarme su cariño y estar presentes en mi vida.

Este logro es tanto mío como de ustedes, ya que de no ser por su apoyo no lo habría conseguido, me siento orgulloso de tenerlos a mi lado, son un gran ejemplo para mí.

De todo corazón, gracias.

### **Zepeda Zermeño Luis Gerardo**

El presente proyecto es dedicado a mis padres, los cuales estuvieron siempre conmigo en la realización de este trabajo, también por su apoyo incondicional, por todo su amor brindado a lo largo de la carrera, por apoyar mis decisiones y darme la confianza y los ánimos cuando más lo necesitaba.

Todo lo que he logrado es gracias a ustedes. Muchas gracias de todo corazón. Los amo.

## **Agradecimientos**

Agradecer en primer lugar al Instituto Politécnico Nacional por brindarme las herramientas necesarias para desarrollarme y formarme profesionalmente, así como personalmente.

A los profesores que con sus enseñanzas y apoyo han sido la base para nuestra formación profesional.

A nuestros asesores por apoyarnos y guiarnos a lo largo de este proyecto.

A mis compañeros por hacer de estos cuatro años y medio un recorrido más llevadero y divertido y en general a todas las personas que se vieron involucradas en este proceso.

# ÍNDICE

RESUMEN .....	13
OBJETIVOS .....	14
<i>Objetivo general</i> .....	14
<i>Objetivos específicos</i> .....	14
INTRODUCCIÓN .....	15
<b>PARTE I .....</b>	<b>17</b>
<b>PANORAMA GENERAL .....</b>	<b>17</b>
<b>CAPÍTULO 1 .....</b>	<b>19</b>
ANTECEDENTES .....	19
1.1 <i>Iluminación</i> .....	19
1.2 <i>Auditivo</i> .....	20
<b>CAPÍTULO 2 .....</b>	<b>21</b>
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	21
<b>CAPÍTULO 3 .....</b>	<b>23</b>
PROPUESTA DE SOLUCIÓN .....	23
<b>CAPÍTULO 4 .....</b>	<b>25</b>
ALCANCES .....	25
<b>PARTE II .....</b>	<b>27</b>
<b>DESARROLLO .....</b>	<b>27</b>
<b>CAPÍTULO 5 .....</b>	<b>29</b>
MODELADO CONCEPTUAL .....	29
5.1 <i>Conceptos básicos</i> .....	29
5.2 <i>Sensores de proximidad (TF MINI LIDAR PLUS)</i> .....	29
5.2.1 Principio de medición de distancias. ....	29
5.2.3 Parámetros característicos clave. ....	30
5.2.4 Características de medición de distancia. ....	30
5.2.5 Características eléctricas. ....	31
5.3 <i>Servomotor</i> .....	32
5.4 <i>Panel solar</i> .....	32
5.5 <i>Batería</i> .....	35
5.6 <i>Controlador de carga</i> .....	35
5.7 <i>Tarjeta de desarrollo (Arduino)</i> .....	37
5.7.1 Características generales .....	37
5.7.2 Especificaciones generales.....	37
5.7.3 Diagrama de conexión (Placa de desarrollo) .....	37
5.8 <i>Alarma sonora (claxon)</i> .....	38
5.8.1 especificaciones eléctricas claxon. ....	38
5.9 <i>Alarma visual (Luz auxiliar de led)</i> .....	39
5.9.1 Led COB .....	39
5.9.2 Especificaciones Luz auxiliar. ....	39
<b>CAPÍTULO 6 .....</b>	<b>41</b>
6.1 <i>Comparativa de materiales a elegir</i> .....	41
6.2 <i>Cálculos</i> .....	43
6.2.1 Consumo de potencia por día. ....	43
6.2.2 Panel Solar .....	43



6.2.3 Batería .....	44
6.2.4 Transistores .....	44
6.3 Diagrama de Conexión. ....	46
6.4 Placa PCB .....	46
<b>CAPÍTULO 7 .....</b>	<b>47</b>
COSTO DE LA PROPUESTA .....	47
7.1 Componentes, materiales y costos .....	47
<b>PARTE III .....</b>	<b>51</b>
<b>CAPÍTULO 8 .....</b>	<b>53</b>
PRUEBAS .....	53
8.1 Prueba de comunicación sensor – microcontrolador .....	53
8.1.1 Pruebas con el servomotor .....	53
8.1.2 Pruebas con el sensor .....	54
8.1.3 Pruebas con las alarmas .....	54
8.1.4 Pruebas de los componentes en conjunto .....	55
8.2 Prueba de distancia en detección de objetivos.....	55
8.2.1 Modo de funcionamiento tipo ciudad .....	55
8.2.2 Modo de funcionamiento tipo carretera .....	57
8.3 Pruebas de alimentación .....	58
8.3.1 Tiempo de funcionamiento autónomo sin realimentación por el panel solar .....	59
8.3.2 Tiempo de carga de batería por panel solar .....	60
8.3.3 Autonomía del sistema en funcionamiento con realimentación del panel solar .....	61
8.4 Prueba de posición de leds para mejor visualización .....	62
8.5 Prueba de audio en claxon, distancia de detección .....	62
<b>CAPÍTULO 9 .....</b>	<b>63</b>
COMPARACIÓN DE RESULTADOS .....	63
9.1 Comparación de resultados. ....	63
<b>CAPÍTULO 10 .....</b>	<b>65</b>
CONCLUSIONES .....	65
10.1 Trabajos a futuro .....	66
<b>PARTE IV .....</b>	<b>67</b>
SIMULACIÓN .....	68
MANUFACTURA MONTAJE .....	71
<i>Soporte placa con impresión 3D para el sensor TF mini lidar plus</i> .....	71
Lista de materiales .....	71
Herramienta utilizada .....	71
Proceso de manufactura .....	71
<i>Placa PCB</i> .....	72
Lista de materiales .....	73
Herramienta utilizada .....	73
Proceso de manufactura .....	73
<i>Soporte caja de proyecto</i> .....	74
Lista de materiales .....	75
Herramienta utilizada .....	75
Proceso de manufactura .....	75
<i>Base y soporte de batería</i> .....	76
Lista de materiales .....	77
Herramienta utilizada .....	77
Proceso de manufactura .....	77

HOJAS DE DATOS ADICIONALES DE COMPONENTES .....	78
<i>Tf MINI LIDAR PLUS</i> .....	78
<i>Modulo led COB</i> .....	79
<i>Diodo rectificador</i> .....	80
<i>Controlador de carga solar PWM</i> .....	80
<i>Transistor 2N2222A</i> .....	81
<i>Ras - Relevador compacto de 1P/2T</i> .....	81
BIBLIOGRAFÍA .....	82

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 ESQUEMA ELÉCTRICO GENERAL DE MOTOCICLETA .	19
FIGURA 2. SISTEMA ELÉCTRICO DEL CLAXON EN LA MOTOCICLETA .	20
FIGURA 3. DIAGRAMA DE METODOLOGÍA DE INGENIERÍA EN V (IMAGEN DE AUTORÍA PROPIA).	24
FIGURA 4. DIAGRAMA DEL SISTEMA (IMAGEN DE AUTORÍA PROPIA)	24
FIGURA 5. PRINCIPIO TOF (TIEMPO DE VUELO)	29
FIGURA 6. DATOS PREDETERMINADOS DE DISTANCIA OBTENIDOS POR EL SENSOR .	30
FIGURA 7. SERVOMOTOR.	32
FIGURA 8. CONSTITUCIÓN DE UNA CELDA SOLAR .	33
FIGURA 9. PANEL SOLAR EMPLEADO .	34
FIGURA 10. TENSIÓN QUE DA UNA CONTROLADOR PWM CON RESPECTO A LA CORRIENTE QUE SE LE SOLICITA .	36
FIGURA 11. CURVA DE POTENCIA DE CONTROLADOR MPPT.	36
FIGURA 12. DIAGRAMA DE CONEXIÓN ARDUINO UNO.	37
FIGURA 13. PUNTOS CIEGOS DE VEHÍCULOS EN MOVIMIENTO .	38
FIGURA 14. DIAGRAMA DE CONEXIÓN DEL SISTEMA . (IMAGEN DE AUTORÍA PROPIA)	46
FIGURA 15. PLACA PCB PARA INSTALACIÓN. (IMAGEN DE AUTORÍA PROPIA)	46
FIGURA 16. DIAGRAMA DE FLUJO PROGRAMA. (IMAGEN DE AUTORÍA PROPIA)	53
FIGURA 17. PROGRAMA DE PRUEBA DEL SENSOR. (IMAGEN DE AUTORÍA PROPIA)	54
FIGURA 18. PROGRAMA DE PRUEBA DE LAS ALARMAS. (IMAGEN DE AUTORÍA PROPIA)	54
FIGURA 19. PRUEBA DE LOS COMPONENTES CONTROLADOS POR EL ARDUINO. (IMAGEN DE AUTORÍA PROPIA)	55
FIGURA 20. MODO CIUDAD, MOTOCICLETA ESTACIONADA	56
FIGURA 21. MODO CIUDAD, MOTOCICLETA ESTACIONADA PRUEBA DE ILUMINACIÓN .	56
FIGURA 22. MODO CIUDAD, MOTOCICLETA EN CIRCULACIÓN .	57
FIGURA 23. PRUEBA DE ACCIONAMIENTO MODO CIUDAD .	58
FIGURA 24. PRUEBA DE ACCIONAMIENTO MODO CARRETERA EN CIRCULACIÓN .	58
FIGURA 25. CARGA DE LA BATERÍA POR DEFECTO . (IMAGEN DE AUTORÍA PROPIA)	59
FIGURA 26. CARGA BAJA DE LA BATERÍA. (IMAGEN DE AUTORÍA PROPIA)	60
FIGURA 27. PRUEBA DE RECARGA DE LA BATERÍA CON POCA RADIACIÓN DIRECTA . (IMAGEN DE AUTORÍA PROPIA)	60
FIGURA 28. BATERÍA TOTALMENTE CARGADA. (IMAGEN DE AUTORÍA PROPIA)	61
FIGURA 29. DISEÑO DE LA BASE DEL SENSOR.	71
FIGURA 30. BASE DEL SENSOR EN FÍSICO. (IMAGEN DE AUTORÍA PROPIA)	72
FIGURA 31. SENSOR ENSAMBLADO EN EL SERVOMOTOR. (IMAGEN DE AUTORÍA PROPIA)	72
FIGURA 32. PLACA DE COBRE CON CIRCUITO DE CONEXIÓN . (IMAGEN DE AUTORÍA PROPIA)	74
FIGURA 33. ZONA DE MONTAJE DEL SISTEMA DE CONTROL . (IMAGEN DE AUTORÍA PROPIA)	74
FIGURA 34. SISTEMA DE CONTROL ENSAMBLADO. (IMAGEN DE AUTORÍA PROPIA)	76
FIGURA 35. ZONA DE INSTALACIÓN DE LA BATERÍA EXTERNA. (IMAGEN DE AUTORÍA PROPIA)	76
FIGURA 36. BATERÍA EXTERNA INSTALADA. (IMAGEN DE AUTORÍA PROPIA)	78

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. NÚMERO DE COLISIONES CON MOTOCICLETA POR AÑO. ....	21
TABLA 2. PARÁMETROS DE OPERACIÓN. ....	30
TABLA 3. RANGO DE DETECCIÓN DE ACUERDO CON LA DISTANCIA LINEAL. ....	31
TABLA 4. PARÁMETROS ELÉCTRICOS. DEL SENSOR. ....	31
TABLA 5. DESCRIPCIÓN DE CONEXIÓN Y FUNCIÓN DE CADA PIN. ....	31
TABLA 6. HORAS SOLARES PICO REPÚBLICA MEXICANA. ....	34
TABLA 7. ESPECIFICACIONES ELÉCTRICAS ARDUINO UNO. ....	37
TABLA 8. ESPECIFICACIONES ELÉCTRICAS DE LUCES LED COB. ....	39
TABLA 9. COMPARACIÓN DE SENSORES DE DISTANCIA. (AUTORÍA PROPIA) ....	41
TABLA 10. COMPARACIÓN DE PANELES SOLARES. (AUTORÍA PROPIA) ....	41
TABLA 11. COMPARACIÓN DE LUCES LED. (AUTORÍA PROPIA) ....	42
TABLA 12. COMPARACIÓN DE BATERÍAS. (AUTORÍA PROPIA) ....	42
TABLA 13. CÁLCULO DE CONSUMO DE POTENCIA. (AUTORÍA PROPIA) ....	43
TABLA 14. COMPONENTES Y COSTOS. (AUTORÍA PROPIA) ....	47
TABLA 15. PARÁMETROS DE DISTANCIA MODO CIUDAD ....	55
TABLA 16. PARÁMETROS DISTANCIA MODO CARRETERA. ....	57
TABLA 17. TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO DE LA BATERÍA DE ACUERDO CON EL VOLTAJE ALMACENADO. (AUTORÍA PROPIA) ....	59
TABLA 18. TIEMPO CRONOMETRADO / VOLTAJE RECARGADO. (AUTORÍA PROPIA) ....	61
TABLA 19. COMPARACIÓN DE VALORES TEÓRICOS Y PRÁCTICOS DE CORRIENTE. ....	63
TABLA 20. HOJA DE DATOS DEL SENSOR TF MINI LIDAR PLUS ....	78
TABLA 21. HOJA DE DATOS DEL MÓDULO LED COB.....	79
TABLA 22. HOJA DE DATOS DE DIODO ....	80
TABLA 23 HOJA DE DATOS CONTROLADOR CARGA SOLAR PWM SERIE YJSS.....	80
TABLA 24. HOJA DE DATOS TRANSISTOR 2N2222A NPN ....	81
TABLA 25. HOJA DE DATOS RELEVADOR.....	81

## ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1: Potencia fotovoltaica .....	43
Ecuación 2: Número de módulos.....	43
Ecuación 3: Ampere hora (batería) .....	44
Ecuación 4: Corriente colector .....	44
Ecuación 5: Corriente de base transistor led .....	44
Ecuación 6: Resistencia de base transistor led .....	44
Ecuación 7: Corriente de base transistor claxon .....	45
Ecuación 8: Resistencia de base transistor claxon .....	45

# Resumen

---

**“Sistema perimetral preventivo de colisión para motocicletas utilitarias con base en alarmas automáticas sonoras (claxon) y visuales (led) alimentado por energía solar”**

**Palabras clave:** Alarma sonora, Alarma visual, Motocicleta, Energía solar, Sensores, Seguridad.

**Abstract:** This document presents a proposal for road safety through an accident prevention system for motorcycle drivers, avoiding collisions with other vehicles.

Said system is powered by an energy source external to the main battery in order not to have an excessive energy consumption which would cause it to discharge, as well as a reduction in its useful life.

To carry out the above, the system detects the presence of the vehicles around it through sensors and the event that any of these endanger the stability of the motorcycle, both an audible and a visual alarm turn on which are intended to alert of the presence of the motorcycle to other drivers.

**Resumen:** En este documento se presenta una propuesta de seguridad vial mediante un sistema de prevención de accidentes para los conductores de motocicleta evitando colisiones contra otros vehículos.

Dicho sistema está alimentado por una fuente de energía externa a la batería principal con la finalidad de no tener un consumo de energía excesivo el cual provocará la descarga de la misma, así como la reducción de su tiempo de vida útil.

Para llevar a cabo lo anterior el sistema detecta a través de sensores la presencia de los vehículos a su alrededor y en caso de que alguno de estos ponga en riesgo la estabilidad de la motocicleta, se activan tanto una alarma sonora como una visual las cuales tienen como propósito alertar a los demás conductores de la presencia de la motocicleta.



# Objetivos

---

## Objetivo general

Desarrollar un sistema de prevención de colisión para motocicletas con la ayuda de sensores y la aplicación de actuadores con la función de alarmas sonoras y visuales que advierten de la presencia de la motocicleta.

## Objetivos específicos

1. Obtener los componentes y dispositivos a utilizar (sensores, actuadores y fuente de alimentación) que se adecuen a las necesidades y presupuesto del proyecto.
2. Diseñar el circuito para la alimentación externa utilizando energía alternativa (solar)
3. Desarrollar el código de programación que se cargará al microcontrolador de la placa de desarrollo
4. Obtener los datos de medición con el menor consumo de energía a la fuente y óptimo funcionamiento del sistema
5. Implementar una opción de encendido y apagado manual del sistema para ocasiones donde este no sea necesario
6. Ajustar el rango de distancia para la activación de las alarmas de acuerdo con las lecturas obtenidas por los sensores para hacer el sistema más preciso.
7. Realizar pruebas en diferentes situaciones de accionamiento con resultados favorables de estabilidad, seguridad y confort para el piloto.
8. Adaptar todos los componentes de forma funcional, cómoda y estética a la motocicleta.

# Introducción

---

Las motocicletas, motonetas, vehículos automotrices sobre dos ruedas o incluso hasta tres se ha visto incrementado su circulación a nivel mundial por la amplia variedad de marcas en el mercado como Harley Davidson, Ducati, BMW, Honda, Yamaha, Kawasaki, Suzuki, Motocicletas Indian, Keeway, KTM, Triumph, Italika, Bajaj, Vento, AKT, etc. con precios variados al alcance de cada presupuesto.

Los usuarios de una motocicleta han visto la ventaja en su conducción por su facilidad de maniobrabilidad, reducción de tiempo en traslados, disminuir el consumo de combustible por distancia recorrida, diseño y estatus que cada marca puede brindar, lo que hace un medio de transporte en potencia en la última década.

El parque vehicular que circula en el país pasó de un millón 80 mil unidades en 2008 a más de 4 millones en 2018, impulsado en parte por el autoempleo en el reparto de comida y mensajería, de acuerdo con las estadísticas del INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). [1]

La industria automotriz en el área de las motocicletas ha estado desarrollando sistemas de seguridad activa y pasiva para minimizar los riesgos al momento de su conducción, poniendo a cada marca en vanguardia tecnológica. Actualmente existen sistemas de antibloqueo de frenos (ABS), sistema combinado de frenado (CBS), control de presión de los neumáticos, control de estabilidad, control dinámico de tracción, ajuste electrónico de la suspensión, entre otros.

La marca mundialmente reconocida Ducati por su diseño deportivo, gran potencia y seguridad para los usuarios, ha desarrollado grandes innovaciones a su línea de motocicletas comerciales especificando en el sistema de frenado como la función *Cornering ABS Bosch* que permite además de evitar el bloqueo en los neumáticos un frenado con la máxima inclinación de la motocicleta sin derrapar ni perder el control, [2] impulsando la rama de competición y la seguridad de los pilotos principalmente.

Por otra parte, la marca Harley Davidson con gran reconocimiento por su confiabilidad, seguridad, confort y facilidad en conducción a pesar del gran tamaño de las motocicletas de su línea comercial, se encuentran en constantes desarrollos tecnológicos de seguridad con su más reciente sistema *Réflex Defensive Rider* que engloba una automatización de tracción en diferentes condiciones de conducción salvaguardando la vida de sus usuarios. [3]

El mercado motociclista ha desarrollado sistemas que evitan accidentes circulando en condiciones casi perfectas sobre los demás conductores, ya sean otras motocicletas, automóviles o peatones. Principalmente están enfocadas en percances de condiciones del pavimento, ambientales y en casos especiales, frenados de emergencia; en cambio la educación vial es mínima circulando por las calles que tienta con la vida de los ocupantes del vehículo.



# **Parte I**

## **Panorama general**





# CAPÍTULO 1

## Antecedentes

### 1.1 Iluminación

Existen diversos sistemas de iluminación integrada a la motocicleta como se observa en la *figura 1* que obligatoriamente por reglamento de tránsito deben estar en todo momento presentes por seguridad a la visualización del conductor, algunas se encuentran de forma intermitente u opcionales activadas por el piloto dependiendo la situación de conducción.

- Las luces de cruce o de corto alcance (uso obligado).
- Luces de carretera o de largo alcance
- Luces de frenado indican a los conductores que vienen detrás nuestro que estamos accionando el freno (uso obligatorio).
- Las luces de posición delantera y trasera avisan de nuestra presencia en la carretera y además del ancho que tiene la moto.
- Las luces indicadoras de dirección (uso obligatorio).
- El catadióptico trasero no triangular es un dispositivo que indica la presencia de un vehículo por reflexión de las luces de cruce.
- La luz de la placa es la que ilumina la matrícula.

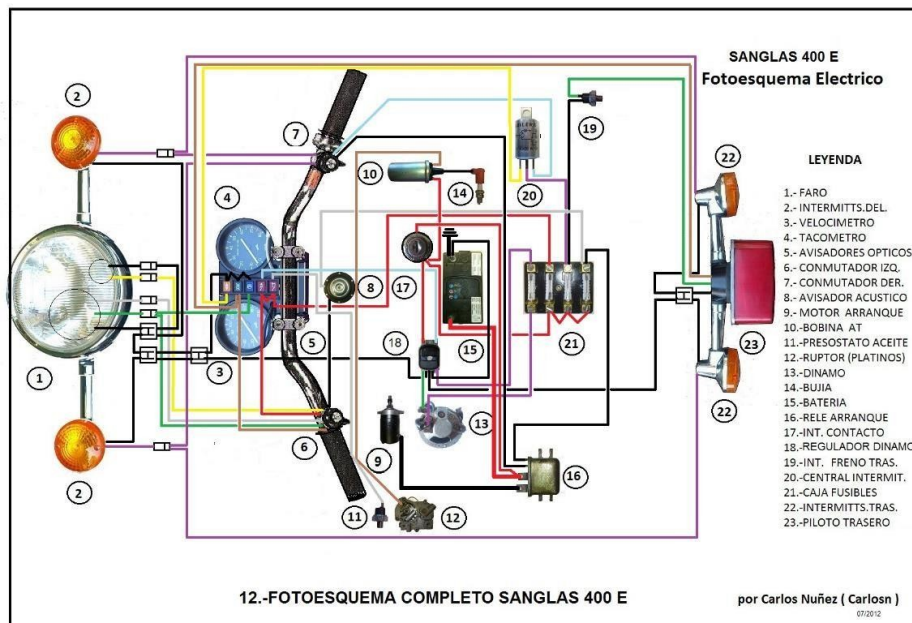


Figura 1 Esquema eléctrico general de motocicleta. Fuente:  
<http://lamaneta.com/web/fotoesquemas-sanglas-400-e-por-carlosn/>

## 1.2 Auditivo

El sistema de alarma auditiva más convencional en una motocicleta es el claxon o bocina que está integrada al manillar de la motocicleta junto a los demás comandos de iluminación. La conexión es directamente a la batería y con una serie de relevadores para su accionamiento y seguridad de la misma fuente de alimentación como se observa en la figura 2.

Otro componente que precisamente no es sistema de alarma en una motocicleta es el escape, principalmente motocicletas de alta cilindrada producen un sonido naturalmente elevado y permitido por cada reglamento ambiental, gracias al silenciador dentro del mismo sistema de escape. Sin embargo, los usuarios y empresas en el área automotriz en general diseñan escapes de diámetros más grandes para una liberación de gases producidos por la combustión y aumentar el sonido generado con la finalidad de dar presencia a los otros vehículos circulando a su alrededor.

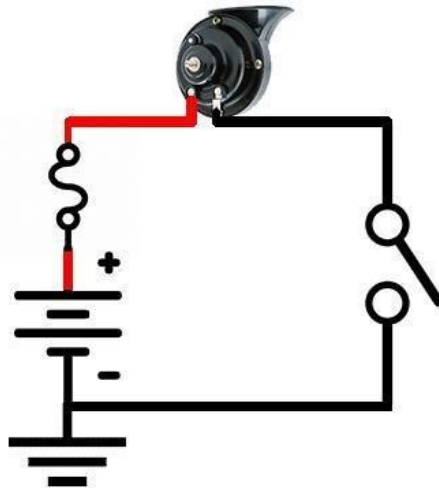


Figura 2. Sistema eléctrico del claxon en la motocicleta. (Imagen de autoría propia)

# CAPÍTULO 2

## Planteamiento del problema

---

La motocicleta es uno de los medios de transporte más vulnerables en las vías de tránsito por el solo hecho de que es un vehículo en donde el conductor se vuelve parte de la carrocería del mismo.

La falta de una correcta educación vial provoca que la mayoría de los conductores de automóvil no tengan una conducción integral en la cual estén pendientes de todo el entorno que conforman las vías de tránsito, como lo son la presencia de motociclistas, ciclistas, peatones, animales, etc. Por tal razón es importante aumentar la visibilidad de la motocicleta de tal manera que los conductores adviertan la presencia y tengan un mayor tiempo de reaccionar y evitar un percance. [4]

Otro factor crucial en la conducción de una motocicleta es el ruido que involucra varios componentes principalmente el natural sonido del motor al encender, la fricción del aire con el vehículo y el casco, así como ruidos externos del ambiente o entorno que rodea al conductor. De acuerdo con la Organización Mundial de la salud (OMS) el estar expuesto a más de 90 decibelios (dB) provoca una pérdida leve, media o permanente de la audición ampliando la innovación de cascos que aíslan el ruido externo o tapones especiales que además influyen en mantener la concentración en la conducción, la conciencia situacional e impide la sensación de oído tapado o amortiguación. [5]

De acuerdo con datos del Instituto Nacional de Salud Pública (INSP), en 2017 México ocupó el séptimo lugar a nivel mundial y el tercero en la región de Latinoamérica en muertes por siniestros viales, con 22 decesos de jóvenes de entre 15 y 29 años al día, y 24 mil decesos en promedio al año. [6] De acuerdo con la *tabla 1* del INEGI, en el periodo de 2015 a 2019 se registraron un total de 1,837,773 accidentes de tránsito terrestre a nivel nacional (en zonas urbanas y suburbanas), de los cuales en el 9.77% de estos, se vio involucrada una motocicleta. [7].

*Tabla 1. Número de colisiones con motocicleta por año. Fuente: [https://www.inegi.org.mx/app/tabulados/interactivos/?px=ATUS\\_4&bd=ATUS](https://www.inegi.org.mx/app/tabulados/interactivos/?px=ATUS_4&bd=ATUS)*

Variable	Entidad	2015	2016	2017	2018	2019
Colisión con motociclista (Absoluto)	Nacional	32 019.0	32 892.0	34 910.0	37 094.0	42 647.0

Los sistemas integrados de fábrica de una motocicleta principalmente de baja cilindrada son mínimos o muy básicos con un consumo de batería reducido o nulo. Los usuarios optan por instalar sistemas adicionales de seguridad ya sean alarmas antirrobo, luces auxiliares, sistemas de audio, enchufes para cargar dispositivos celulares, que consumen la carga de batería excediendo los límites recomendados. Por consecuencia es un problema común la descarga de las motocicletas y reduciendo la vida útil de los demás componentes en general. Los fabricantes recomiendan no instalar sistemas eléctricos adicionales a los de fábrica principalmente en sus modelos de baja cilindrada que, a diferencia de motocicletas más sofisticadas con mayor cilindrada, incluyen de fábrica sistemas que dan confort, seguridad, confiabilidad en la conducción sobre cualquier condición de prueba.

# CAPÍTULO 3

## Propuesta de solución

---

Con sustento en el reglamento de tránsito de la Ciudad de México.

*“TÍTULO CUARTO. - De las normas de seguridad para la conducción de vehículos.*

*Capítulo 1.- Disposiciones de seguridad.*

*Artículo 37.- Los conductores y ocupantes de los vehículos deben de cumplir con las disposiciones de seguridad indicadas en el presente artículo de acuerdo a la naturaleza propia de cada vehículo.*

*III.- Adicionalmente, los motociclistas deben:*

- a) Circular todo el tiempo con las luces traseras y delanteras encendidas.*
- c) Usar aditamentos luminosos o bandas reflejantes en horario nocturno.*

*Capítulo 2.- De las características de los vehículos*

*Artículo 40.- Los conductores de vehículos deben cerciorarse de que su vehículo esté provisto de los siguientes elementos, de acuerdo con la naturaleza propia de cada vehículo*

*II. Conductores de todo vehículo motorizado:*

- i) Una bocina que emita un sonido audible desde una distancia de sesenta metros en circunstancias normales;*

*Artículo 43.- Se prohíbe instalar o utilizar en vehículos motorizados:*

- II. Faros deslumbrantes que no cumplan con las Normas Oficiales Mexicanas y pongan en riesgo la seguridad de conductores o peatones;*
- VI. Bocinas (claxon) que produzca ruido excesivo o un sonido diverso al que producía la bocina original de fábrica;” [8]*

Se plantea implementar un sistema de prevención de colisión perimetral para motocicletas basado en alarmas visuales y sonoras para advertir a los demás conductores sobre su presencia como se observa en la figura 4.



Las mediciones necesarias para la activación de dichas alarmas serán obtenidas a través de sensores, los cuales enviarán señales a una computadora integrada principalmente por una tarjeta de desarrollo programable.

En el momento que la tarjeta de desarrollo reciba dichos datos, los cotejará con los parámetros ya establecidos en su programación y mandará la señal a cada uno de los actuadores correspondientes de forma auditiva en la situación de caso extremo de presencia de un objeto (automóvil, motocicleta, persona) con la finalidad de reducir ruidos que alteren la conciencia situacional del conductor, y de forma visual para estar alerta de la presencia aproximada de cada obstáculo y perimetralmente ser visible a los demás conductores.

A su vez, este sistema será alimentado en su mayoría por una fuente de energía alternativa utilizando paneles solares con la finalidad de evitar una carga excesiva a la energía de la batería.

Todos los elementos necesarios para llevar a cabo este proceso tienen un bajo peso, por lo tanto, se pretende que no afecte al rendimiento vial de la motocicleta como se muestra en el diagrama de metodología en la figura 3.

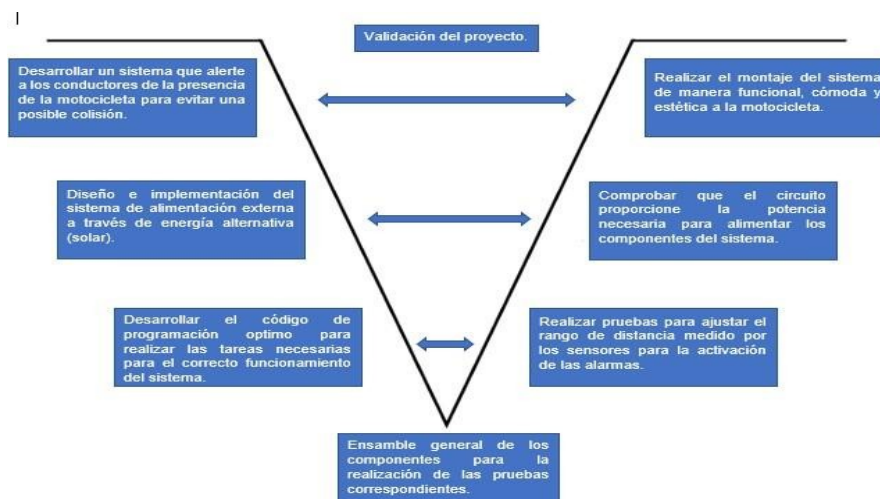


Figura 3. Diagrama de metodología de ingeniería en V (Imagen de autoría propia).



Figura 4. Diagrama del sistema (Imagen de autoría propia)

## Alcances

---

El sistema consta de los siguientes aspectos para su funcionamiento:

- El sistema contará con 2 modos de funcionamiento: ciudad y carretera.
- El sensor se encontrará cubriendo el rango de los puntos ciegos de la motocicleta.
- El sistema sólo actuará cuando los vehículos se encuentren dentro del rango de distancia preestablecido en la placa de desarrollo.
- Las alarmas (sonora y visual) variarán su intensidad de acuerdo con la aproximación de los objetos, en el modo ciudad la alarma sonora no será accionada y en modo carretera de acuerdo con el rango de distancia se accionará.



# Parte II

## Desarrollo



## Modelado conceptual

### 5.1 Conceptos básicos

- Reflectividad

La reflectividad es la fracción de radiación incidente reflejada por una superficie. La reflectividad mide la relación entre la amplitud del campo reflejado electromagnético respecto a la amplitud del campo incidente.

- Fotovoltaico

Este concepto de energía se refiere a la generación de electricidad a través de la luz solar. El significado de fotovoltaico proviene de la composición de fotón y voltio.

Un fotón es la partícula portadora de todas las formas de radiación electromagnética, entre ellas la luz visible. Por otro lado, un voltio es la unidad de la corriente eléctrica. De esta forma, es fácil deducir la relación entre la luz visible o la radiación solar con la generación de energía eléctrica o electricidad.

### 5.2 Sensores de proximidad (**TF MINI LIDAR PLUS**).

**TF MINI LIDAR PLUS** es un módulo de rango de un solo punto bajo el principio de TOF (*Time of flight*) integrado con diseño óptico y eléctrico para obtener datos de distancia estables, precisos, de alta sensibilidad y de gran velocidad. Posee las ventajas de diseño por un tamaño reducido, bajo costo, bajo consumo de energía y protección IP65 resistente a la intemperie.

#### 5.2.1 Principio de medición de distancias.

El principio TOF (*Time of flight*) emite periódicamente ondas moduladas de rayos infrarrojos que son reflejadas cuando entran en contacto con algún objeto como se observa en la figura 5. El sensor TF MINI LIDAR PLUS obtiene el TOF midiendo la diferencia de ida y vuelta, calculando el rango entre el sensor y el objeto de detección.

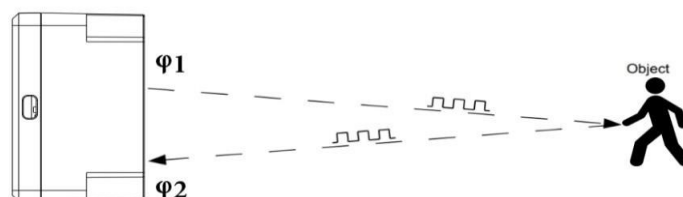


Figura 5. Principio TOF (Tiempo de vuelo)  
Fuente: hoja de datos del TF MINI LIDAR PLUS

### 5.2.3 Parámetros característicos clave.

La tabla 2 corresponde a los parámetros de operación del sensor TF MINI LIDAR PLUS en cuanto a rango de operación, resolución y frecuencia.

Tabla 2. Parámetros de operación.  
Fuente: hoja de datos del TF MINI LIDAR PLUS

Description	Parameter value
Operating range	0.1m~12m <sup>①</sup>
Accuracy	±5cm@ (0.1-6m) <sup>②</sup>
	±1%@ (6m-12m)
Measurement unit	cm
Range resolution	5mm
FOV	3.6° <sup>③</sup>
Frame rate	1~1000Hz (adjustable) <sup>④</sup>

### 5.2.4 Características de medición de distancia.

La recopilación de datos en distancia se ve afectada bajo las condiciones de aplicación, en interiores presenta datos más exactos, sin embargo, el modelo TF MINI LIDAR PLUS ha minimizado la influencia del entorno externo en el rendimiento de la medición de distancia.

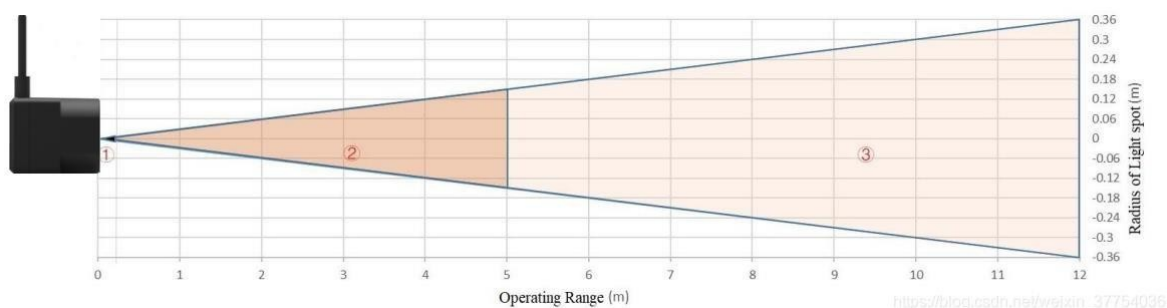


Figura 6. Datos predeterminados de distancia obtenidos por el sensor.  
Fuente: hoja de datos del TF MINI LIDAR PLUS

En la figura 6 los datos son recopilados de acuerdo con las siguientes zonas:

1. La primera zona de detección al sensor es de 0 - 10 cm, donde los datos de salida no son fiables.
2. La segunda zona representa el rango operativo que detecta un objeto negro con un 10% de reflectividad con distancia entre 0.1 - 5 m.
3. La tercera zona representa el rango operativo que detecta un objeto blanco con un 90% de reflectividad a una distancia entre 0.1 - 12 m.

De acuerdo con los parámetros de distancia lineal se tiene un rango de detección que aumenta conforme el objeto se encuentre más alejado con una visión mínima 6 cm a una distancia de 1 m y una visión de 72 cm a 12 m de distancia como se observa en la tabla 3.

Tabla 3. Rango de detección de acuerdo con la distancia lineal. Fuente: hoja de datos del TF MINI LIDAR PLUS.

Detecting range	1m	2m	3m	4m	5m	6m	7m	8m	9m	10m	11m	12m
Minimum side length	6cm	12cm	18cm	24cm	30cm	36cm	42cm	48cm	54cm	60cm	66cm	72cm

### 5.2.5 Características eléctricas.

La tabla 4 corresponde a los parámetros eléctricos del sensor TF MINI LIDAR PLUS de voltaje, corriente y potencia.

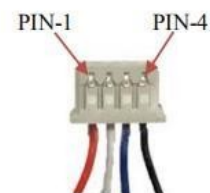
Tabla 4. Parámetros eléctricos. del sensor.  
Fuente: hoja de datos del TF MINI LIDAR PLUS.

Description	Parameter value
Supply voltage	5V±0.5V
Average current	≤110mA
Peak current	140mA
Average power	550mW
Communication level	LVTTTL (3.3V)

Se permite la fluctuación del voltaje de la fuente de alimentación en un rango de ± 0.5V. La corriente promedio varía junto con los modos de funcionamiento del producto en dos patrones, más específicamente, su corriente es de alrededor de 50 mA en el modo de corta distancia y alrededor de 140 mA en el modo de larga distancia.

Tabla 5. Descripción de conexión y función de cada pin.  
Fuente: hoja de datos del TF MINI LIDAR PLUS

No.	Color	Corresponding PIN	Function	Comment
①	Red	PIN-1	+5V	Power supply
②	White	PIN-2	RXD/SDA	Receiving/Data
③	Blue/Green	PIN-3	TXD/SCL/IO	Transmitting/Clock/IO
④	Black	PIN-4	GND	Ground





Para garantizar una transmisión de datos eficaz, la longitud del cable de conexión debe ser inferior a 1m y conectado con la descripción como se muestra en la tabla 5.

### 5.3 Servomotor

Un servomotor es un actuador rotativo o motor como se muestra de ejemplo en la figura 7 que permite un control preciso en términos de posición angular, aceleración y velocidad, capacidades que un motor normal no tiene. En definitiva, utiliza un motor normal y lo combina con un sensor para la retroalimentación de posición.

Una definición más exacta de un servomotor sería la de un servomecanismo de bucle cerrado que utiliza la retroalimentación de posición para controlar su velocidad de rotación y posición. La señal de control es la entrada, ya sea analógica o digital, que representa el comando de posición final para el eje.

Por otro lado, el codificador o encoder sirve como sensor, proporcionando retroalimentación de velocidad y posición. En la mayoría de los casos, sólo se informa de la posición. La posición final se informa al controlador y se compara con la entrada de posición inicial, y luego, si hay una discrepancia, se mueve el motor para llegar a la posición correcta.

Hay varios tipos de servos como los que utilizan motores de corriente continua y detección de posiciones a través de un potenciómetro y también utilizan un control de gran potencia, lo que significa que el motor se mueve a la velocidad máxima hasta que se detiene en la posición designada. [9]



*Figura 7. Servomotor.*

*Fuente: <https://www.makeelectronico.com/servomotor-control-atmega/>*

### 5.4 Panel solar

Las celdas solares o fotovoltaicas se encargan de captar energía en la radiación solar y transformarla en energía eléctrica. El agrupamiento de celdas solares conforma los paneles solares en su mayoría de 36 celdas fotovoltaicas.

Su principio de funcionamiento consta cuando incide la radiación solar sobre las celdas y los fotones con energía son absorbidos por el material semiconductor liberando un electrón de los enlaces de silicio de la celda con dos cargas libres, positiva y negativa. Permitiendo conectar dos terminales en cada zona verificando

la presencia de un voltaje entre ellos, poniendo una carga eléctrica circulará una corriente eléctrica formado por la celda fotovoltaica como se observa en la figura 8. [10]

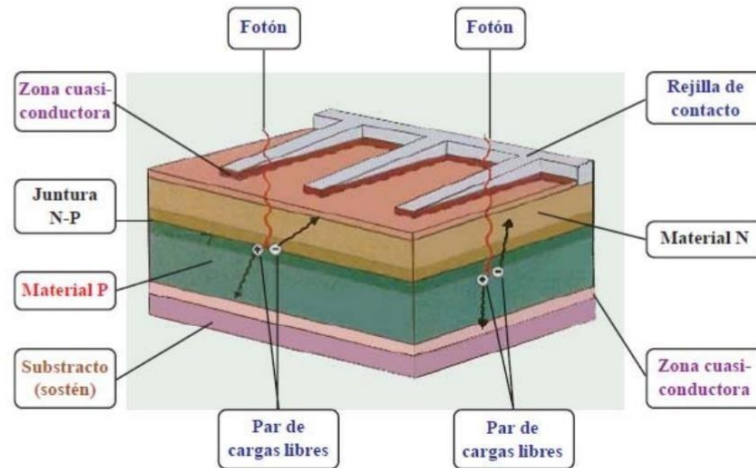


Figura 8. Constitución de una celda solar.  
Fuente: Gasquet, H. L. Manual de Sistemas Fotovoltaicos. Austin. 2008.

El tipo de panel solar depende de su material ya sea cristalino, policristalino o amorfo. El tipo cristalino conlleva una estructura uniforme y una manufactura elaborada con un alto costo, con la ventaja de una mejor eficiencia de relación entre la energía eléctrica generada y la energía luminosa incidentes hasta del 30%, utilizados en campos más específicos como el caso de la industria aeroespacial. El tipo policristalino tiene por su nombre una estructura de muchos cristales fundidos como Silicio mezclado con Arsénico y Galio con una eficiencia menor al cristalino por las imperfecciones estructurales con rendimientos del 15%. Las celdas solares amorfas no tienen una estructura cristalina y tiene en apenas un rendimiento del 6%. [10]

Para el diseño de sistemas autónomos eléctricamente por paneles solares se contempla las horas solares pico de la ubicación donde se instalará para obtener la máxima potencia del sistema. La NASA tiene programas y datos recopilados satelitalmente de cada punto globalmente presentados en la tabla 6. La unidad de medida es de KWh/ m<sup>2</sup> con un promedio anual para una referencia más general.

Tabla 6. Horas solares pico República Mexicana.  
Fuente: NASA Prediction of worldwide energy resources.

Estado	Ciudad	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROMEDIO
Aguascalientes	Aguascalientes	4,73	5,72	6,85	7,20	7,18	6,41	6,07	6,00	5,50	5,49	5,19	4,61	5,91
Baja California	Tijuana	3,36	4,13	5,27	6,49	6,45	6,12	6,31	6,18	5,36	4,30	3,69	3,13	5,07
Baja California	Mexicali	3,13	3,93	5,33	6,46	7,28	7,54	6,93	6,29	5,53	4,46	3,48	2,91	5,27
Baja California Sur	La Paz	3,80	4,74	5,96	6,79	7,36	7,30	6,71	6,16	5,55	5,02	4,15	3,54	5,59
Campeche	Campeche	4,59	5,45	6,21	6,75	6,92	6,68	6,66	6,56	6,06	5,29	4,75	4,24	5,85
Chiapas	Tuxtla Gutiérrez	4,33	5,01	5,92	6,15	5,90	5,32	5,64	5,45	4,74	4,52	4,50	4,28	5,15
Chihuahua	Juárez	3,45	4,23	5,61	6,67	7,29	7,40	6,74	6,06	5,28	4,47	3,69	3,11	5,33
Chihuahua	Chihuahua	4,03	4,94	6,35	7,14	7,44	6,73	6,02	5,74	5,50	5,12	4,36	3,74	5,59
Coahuila	Saltillo	3,83	4,61	5,73	5,94	6,27	6,19	6,06	5,74	5,05	4,66	4,20	3,64	5,16
Coahuila	Torreón	4,09	4,98	6,18	6,61	6,88	6,82	6,42	6,07	5,37	5,15	4,50	3,84	5,58
Colima	Colima	4,85	5,80	6,92	7,18	6,82	5,73	5,30	5,20	4,85	5,02	5,07	4,61	5,61
Distrito Federal	Ciudad de México	4,78	5,73	6,55	6,50	6,24	5,60	5,51	5,42	4,95	4,92	4,81	4,49	5,46
Durango	Durango	4,42	5,35	6,62	7,01	7,15	6,64	5,97	5,84	5,34	5,40	4,81	4,17	5,73
Estado de México	Toluca	4,78	5,73	6,55	6,50	6,24	5,60	5,51	5,42	4,95	4,92	4,81	4,49	5,46
Guanajuato	León	4,67	5,64	6,64	6,89	6,85	6,36	6,06	6,01	5,42	5,31	5,05	4,57	5,79
Guanajuato	Guanajuato	4,67	5,64	6,64	6,89	6,85	6,36	6,06	6,01	5,42	5,31	5,05	4,57	5,79
Guerrero	Acapulco	5,49	6,33	7,18	7,37	6,91	6,06	6,31	6,11	5,39	5,75	5,56	5,18	6,14
Guerrero	Chilpancingo	5,17	5,98	6,78	6,83	6,23	5,42	5,77	5,61	5,05	5,22	5,18	4,89	5,68
Hidalgo	Pachuca	4,17	5,00	5,85	6,15	6,26	5,73	5,58	5,53	4,75	4,52	4,35	4,00	5,16
Jalisco	Guadalajara	4,81	5,77	6,86	7,24	7,15	6,20	5,66	5,63	5,21	5,36	5,17	4,60	5,81
Michoacán	Morelia	4,89	5,86	6,90	7,06	6,64	5,61	5,30	5,25	4,87	4,91	5,03	4,68	5,58
Morelos	Cuernavaca	5,19	6,10	6,96	7,06	6,66	6,01	6,28	6,00	6,00	5,37	5,26	4,90	5,94
Nayarit	Tepic	4,64	5,63	6,82	7,38	7,66	6,58	5,86	5,76	5,33	5,43	5,06	4,40	5,88
Nuevo León	Monterrey	3,40	5,23	5,53	5,81	6,23	6,37	6,04	5,04	5,04	4,40	3,80	3,27	4,94
Nuevo León	Guadalupe	4,43	5,29	6,22	6,51	6,51	6,15	5,91	5,89	5,11	4,96	4,73	4,27	5,50
Oaxaca	Oaxaca	4,70	5,30	6,11	6,38	6,08	5,33	5,34	5,28	4,70	4,71	4,63	4,53	5,26
Puebla	Puebla	4,73	5,50	6,20	6,21	6,16	5,64	5,67	5,57	4,95	4,94	4,79	4,49	5,40
Querétaro	Querétaro	4,84	5,86	6,81	7,04	6,81	6,36	6,14	6,06	5,49	5,29	5,09	4,58	5,86
Quintana Roo	Cancún	4,27	5,23	6,08	6,82	6,86	6,39	6,78	6,54	5,77	5,13	4,47	3,97	5,69
Quintana Roo	Chetumal	4,06	4,85	5,50	6,04	5,85	5,32	5,34	5,24	4,92	4,60	4,21	3,86	4,98
San Luis Potosí	San Luis Potosí	4,25	5,11	6,10	6,44	6,66	6,39	6,06	6,03	5,14	5,00	4,62	4,07	5,49
Sinaloa	Culiacán	4,36	5,25	6,55	7,28	7,91	7,68	6,71	6,20	5,68	5,47	4,63	3,99	5,98
Sonora	Hermosillo	3,80	4,66	6,19	7,31	7,72	7,71	6,69	6,14	5,81	5,06	4,17	3,54	5,73
Tabasco	Villahermosa	3,83	4,51	5,47	5,99	5,85	5,49	5,70	5,56	4,85	4,35	4,06	3,61	4,94
Tamaulipas	Reynosa	3,08	3,76	4,84	5,45	5,97	6,52	6,62	6,06	5,17	4,47	3,52	2,96	4,87
Tamaulipas	Ciudad Victoria	4,02	4,78	5,82	6,03	6,31	6,17	6,11	5,92	5,15	4,82	4,41	3,85	5,28
Tlaxcala	Tlaxcala	4,73	5,50	6,20	6,21	6,16	5,64	5,67	5,57	4,95	4,94	4,79	4,49	5,40
Veracruz	Xalapa	3,65	4,23	4,86	5,35	5,46	5,07	5,27	5,05	4,46	4,29	3,95	3,55	4,60
Yucatán	Mérida	4,25	4,97	5,77	6,35	6,31	5,87	5,90	5,71	5,36	4,78	4,33	3,98	5,30
Zacatecas	Zacatecas	4,57	5,51	6,62	6,95	7,00	6,36	6,02	5,95	5,41	5,34	5,02	4,41	5,76

El panel solar utilizado mostrado en la figura 9 cuenta con las características de ser un panel flexible de 30 W policristalino con un módulo de conexión con dos puertos USB ofreciendo un voltaje de salida de 5.2 V DC, una salida circular de 18 V y 12V.



Figura 9. Panel solar empleado.

Fuente: [https://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-936166625-panel-solar-flexible-de-30w-policrystal-panel-solarpara-cam\\_JM#position=3&search\\_layout=grid&type=item&tracking\\_id=5115a91e-01a4-4132-985d-15aed5059002](https://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-936166625-panel-solar-flexible-de-30w-policrystal-panel-solarpara-cam_JM#position=3&search_layout=grid&type=item&tracking_id=5115a91e-01a4-4132-985d-15aed5059002)

## 5.5 Batería

En un sistema fotovoltaico es indispensable que en todo momento haya luz solar para la alimentación eléctrica, por ende, en ocasiones donde no se presten las condiciones climáticas o el ciclo de día y noche no permita el flujo de corriente se opta por almacenar esa carga en baterías especializadas en sistemas fotovoltaicos realizando tres funciones esenciales para un buen funcionamiento.

Almacenamiento de energía eléctrica cuando se presente gran exposición solar en los paneles. Realmente la energía en estas condiciones de alta radiación solar los paneles suministran más energía de la que el sistema requiere, por lo que las baterías entran en función de almacenar y no desperdiciar esa eficiencia de los paneles.

Proveen energía eléctrica cuando las condiciones de radiación solar son bajas o nulas, manteniendo encendido el sistema sin recibir la carga de los paneles.

Suministran de manera estable la energía eléctrica a la que los aparatos operan regularmente.

Las baterías para sistemas fotovoltaicos visualmente pueden parecer a las comunes utilizadas por los automóviles. Sin embargo, internamente están diseñadas especialmente para trabajar en ciclos y descarga lenta.

Por ciclo se refiere a que pueden descargar gran cantidad de la energía cargada previo a su recarga por los paneles, en lapsos de tiempo prolongados con consumos moderados.

La capacidad de las baterías se mide en “Amperio-hora (Ah)” y para sistemas fotovoltaicos se determina el consumo de todos los componentes utilizados diariamente para abastecer y tener una autonomía prolongada y segura al sistema en general. Contemplando factores climáticos de radiación solar en los días de trabajo, para la elección de los demás componentes como las mismas celdas o los controladores de carga. [11]

## 5.6 Controlador de carga

El controlador de carga se utiliza para sistemas solares fotovoltaicos encargado de regular por una simple programación de parámetros el suministro del panel solar, almacenamiento y descarga de la batería y proporcionar una salida a una carga eléctrica.

El controlador está compuesto por tres bloques: medición, potencia y control. El bloque de medición se encarga de medir la corriente suministrada por el panel fotovoltaico y la corriente entregada a la carga, la tensión de batería y la temperatura ambiente. El bloque de potencia es el encargado de suministrar corriente a la batería utilizando modulación por ancho de pulso. Para controlar la carga solamente se

desconecta cuando la tensión de la batería es menor que 11,3 V o la corriente es mayor que un determinado valor.

Hay dos tipos de controladores comerciales que son tipo PWM Y MPPT.

El controlador de carga PWM trabajan sobre tensión a la que está cargada la batería, aptos para sistemas de 12V, 24V o 48V, con una limitante de no aprovechar la máxima producción fotovoltaica de los paneles solares a la batería con la finalidad de tener compatibilidad y estabilidad de tensión como se presenta en la gráfica de la figura 10. Para paneles de 12V (con 36 celdas solares) debe estar conectado a una batería de 12V para que el controlador PWM trabaje de forma óptima sin ningún riesgo de sobrecarga o gran flujo de corriente que pueda dañar el sistema. Un controlador de carga además aumenta la vida útil de los componentes a los que está conectado. [12]

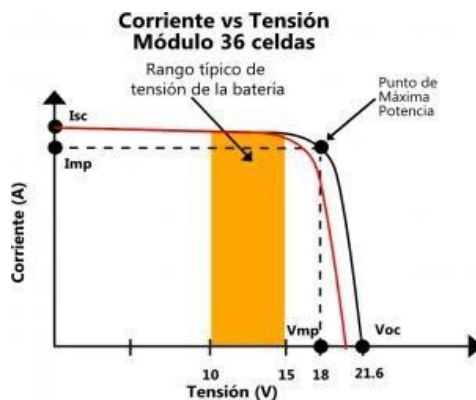


Figura 10. Tensión que da un controlador PWM con respecto a la corriente que se le solicita.

Fuente: <https://cceeex.mx/blog/energia-solar-fotovoltaica/funcionamiento-de-controladores-de-carga-mppt-y-pwm>

Los controladores MPPT (*Maximum Power Point Tracking*) trabajan a la máxima potencia que suministran los paneles solares, es capaz de medir la temperatura, irradiancia y resistencia eléctrica del circuito con el objetivo de encontrar el punto óptimo de carga. Sus usos más comunes y mejor enfocados son para módulos de 60 celdas por panel solar, para poder alcanzar la máxima carga de la batería, utilizado para sistemas de gran demanda de energía regulando al máximo por su curva de potencia que cada fabricante determina mostrada en la figura 11. [13]

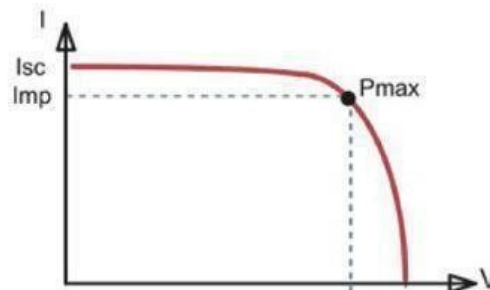


Figura 11. Curva de potencia de controlador MPPT.

Fuente: [https://autosolar.pe/images/grafica\\_mppt.jpg](https://autosolar.pe/images/grafica_mppt.jpg)

## 5.7 Tarjeta de desarrollo (Arduino)

### 5.7.1 Características generales

Arduino UNO es una placa de microcontrolador basada en ATmega328P. Tiene 14 pines de entrada / salida (de los cuales 6 pueden ser usadas como salidas PWM), 6 entradas analógicas, resonador cerámico de 16MHz, una conexión USB, un conector de alimentación, un encabezado ICSP y un botón de reinicio.

### 5.7.2 Especificaciones generales

La tabla 7 corresponde a las especificaciones eléctricas del dispositivo utilizado Arduino UNO

Tabla 7. Especificaciones Eléctricas Arduino Uno.  
Fuente: Hoja de datos.

Voltaje de funcionamiento	5 V
Voltaje de entrada (recomendado)	7 - 12 V
Voltaje de entrada (limite)	6 - 20 V
Corriente cc para pin de E / S	20 mA
Corriente cc para pin de 3.3V	50 mA
Memoria flash	32 KB de los cuales 0.5 KB utiliza el gestor de arranque
SRAM	2 KB
EEPROM	1 KB
Velocidad de reloj	16 MHz

### 5.7.3 Diagrama de conexión (Placa de desarrollo)

La figura 12 muestra el diagrama de conexión del Arduino UNO.

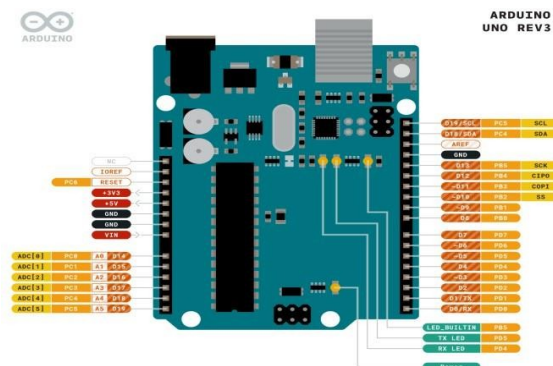


Figura 12. Diagrama de conexión Arduino UNO.  
Fuente: Hoja de datos Arduino UNO.



## 5.8 Alarma sonora (claxon)

La alarma sonora mejor conocida como claxon en una motocicleta, automóvil, bicicletas o vehículo en movimiento son utilizadas en situaciones de emergencia donde se accionan para dar presencia del vehículo circulando o incluso detenido.

Los vehículos por dimensiones y características son difíciles de identificar, circulando se presenta la situación de estar en puntos ciegos de visualización hacia otros conductores, este tipo de riesgo es común por la posición de los espejos auxiliares para visualizar los laterales y parte posterior del vehículo y en una motocicleta el riesgo es mayor por sus dimensiones como se observa en la figura 13.



Figura 13. Puntos ciegos de vehículos en movimiento.

Fuente: <https://www.motociclistasuruguayos.com/como-manejar-moto-en-la-ciudad/>

Los fabricantes de motocicletas instalan de fábrica los cláxones que servirán de emergencia para dar presencia en circulación de forma manual, el conductor acciona el botón que está ubicado en el manillar de la motocicleta.

Los cláxones están diseñados de metal de alta calidad, impermeables y larga durabilidad asegurando estabilidad y con sonido de 105 dB óptimos para un amplio rango de alarma.

### 5.8.1 especificaciones eléctricas claxon.

- El voltaje de trabajo es de 12 V conectado a la batería de la motocicleta.
- Corriente de trabajo es de 1.5 A
- Salida de sonido 105 dB.

## 5.9 Alarma visual (Luz auxiliar de led)

### 5.9.1 Led COB

COB son las siglas del inglés *Chip On Board* que son múltiples diodos led unidos a un único módulo de iluminación con mayor rendimiento lumínico sin la necesidad de concentrar todo el haz de luz a un solo punto ya que se pueden obtener ángulos de iluminación de hasta 160 grados. Además de emitir una luz multidireccional, no producen deslumbramiento lo que hace una luz difusa, sin sombras ni brillos. [14]

El rendimiento de los leds COB es por su diseño que permite disipar perfectamente el calor y permanecer encendido largos periodos de tiempo y con bajo consumo de energía. Cuentan con la ventaja de soportar cambios de tensión en la corriente eléctrica. [15]

### 5.9.2 Especificaciones Luz auxiliar.

La tabla 8 son las especificaciones eléctricas recopiladas de las luces led COB.

*Tabla 8. Especificaciones eléctricas de luces led COB.*

Alimentación	12 V
Consumo	2.4 W
Luminosidad	300 Lm
Medidas	4.4cm X 2.9 cm
Peso	140 g





# CAPÍTULO 6

## Diseño

### 6.1 Comparativa de materiales a elegir.

Se muestra en la tabla 9 la comparativa de sensores de distancia con las mejores características para el proyecto existentes en el mercado.

Tabla 9. Comparación de sensores de distancia. (Autoría propia)

Componente	Potencia	Voltaje	Corriente	Dimensiones	Parámetro de medición	Frecuencia	Ángulo medición	Precio
<b>Sensor LIDAR TFmini Plus</b>	0.6 W aprox.	5V De alimentación y 3.3 en nivel de comunicación	≤120m A	3.6cm x 1.5cm x 1.6cm	0.3m - 12m	100Hz	1.5°	\$ 950 aprox.
<b>Sensor Slamtec RPLIDAR A1M8 2D 360°</b>	2.5 W máx.	5V	500mA máx.	9.85cm x 7cm x 6cm	0.3m - 12m	2000Hz	360°	\$2600 aprox.
<b>HC SR04</b>	-	5V	15mA	4.5cm x 2cm x 1.5cm	0.02m - 5m	40Hz	15°-20°	\$59 aprox.

Se muestra en la tabla 10 la comparativa de los componentes del mercado para la aplicación del panel solar.

Tabla 10. Comparación de paneles solares. (Autoría propia)

Componente	Potencia	Voltaje generado	Dimensiones	Precio
Panel Solar Flexible De 30w Policristal Panel Solar	30W	12 - 18V	32cm x 14cm	\$462
Panel Solar Flexible de 50W	50W	5 - 18V	33cm x 19cm	\$598
Celda solar 5V 1.25W	1.25W	5V	11cm x 6.9cm	\$253

Para la elección de las alarmas visuales se tomaron las características principales de los dispositivos Led en el mercado como se muestra en la tabla 11.

*Tabla 11. Comparación de luces led. (Autoría propia)*

<b>Componente</b>	<b>Potencia</b>	<b>Voltaje</b>	<b>Corriente</b>	<b>Intensidad luminosa</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Precio</b>
<b>Led blanco luz fría</b>	10W	DC 9 - 12 V	800 - 900 mA	900 - 1000 Lm	2.9cm x 2cm	\$29.8 aprox.
<b>JENOR - luz led intermitente para manillar de motocicleta</b>	3W	12V	250mA	-	5.1cm x 3.3cm	\$58.55 aprox.
<b>Led módulo COB</b>	2.4W	12V	208mA	300 Lm	4.4cm x 2.9cm	\$35 aprox.

La comparativa mostrada en la tabla 12 corresponde a las baterías en el mercado.

*Tabla 12. Comparación de baterías. (Autoría propia)*

<b>Componente</b>	<b>Voltaje</b>	<b>Capacidad de carga</b>	<b>Vida útil</b>	<b>Material</b>	<b>Peso</b>	<b>Precio</b>
<b>Batería Datashield MI-4218</b>	12V	7.2Ah (Amperes por hora)	2 a 3 años	Plomo-ácido	2.45 kg	\$428
<b>batería Ultracell UCG22-7.2</b>	12V	7.2Ah (Amperes por hora)	12 años	Gel	2.2 kg	\$3133 aprox.
<b>Batería Steren BR-4204</b>	12V	4Ah (Amperes por hora)	-	Acido-plomo	1.4 kg	\$379

## 6.2 Cálculos

### 6.2.1 Consumo de potencia por día.

Se enlistaron todos los componentes y datos teóricos de cada uno y con una serie de operaciones se obtienen los resultados de consumo diario de todo el sistema en conjunto como se muestra en la tabla 13 y posteriormente se detalla el diagrama de conexión en la figura 14.

Tabla 13. Cálculo de consumo de potencia. (Autoría propia)

Componente	Cantidad	Potencia por componente (W)	Voltaje por componente (V)	Horas de uso diario	Consumo diario (W/día)
Led	2	2.4	12	4	19.2
Placa Arduino uno	1	2.5	5	4	10
Servo motor	1	1.4	5	4	5.6
Sensor	1	0.7	5	4	2.8
TOTAL					37.6

### 6.2.2 Panel Solar

Los cálculos se realizaron de acuerdo con las ecuaciones 1 y 2, con un consumo diario de 37.6 Wh para obtener la potencia y el número de módulos requeridos.

Consumo diario factor de protección de (25%) = 45.12 Wh.

$$\text{Potencia fotovoltaica} = \frac{\text{Consumo diario}}{\text{Hora solar mínima}} = \frac{45.12\text{Wh}}{4.7\text{h}} = 9.6\text{W}$$

Ecuación 1: Potencia fotovoltaica

$$\text{Número de módulos} = \frac{\text{Potencia fotovoltaica}}{\text{Potencia del módulo}} = \frac{9.6\text{W}}{30\text{W}} = 0.32 = 1 \text{ módulo}$$

Ecuación 2: Número de módulos

### 6.2.3 Batería

La ecuación 3 muestra el Amperaje requerido por hora.

Voltaje del sistema 12V

Consumo diario 45.12 Wh

$$\text{Ah/día} = \frac{\text{Consumo diario}}{\text{Voltaje del sistema}} = \frac{45.12\text{Wh}}{12\text{V}} = 3.76 \text{ Ah}$$

*Ecuación 3: Ampere hora (batería)*

### 6.2.4 Transistores

De la ecuación 4, ecuación 5 y ecuación 7 se obtienen los valores de las corrientes de cada uno de los transistores. De igual forma la ecuación 6 y ecuación 8 se obtiene la resistencia de base.

#### Led

Potencia por Led = 2.4W

Número de unidades: 2

Voltaje de Leds = 12V

$$I_{\text{leds}} = \frac{P}{V} = \frac{5\text{W}}{12\text{V}} = 400 \text{ mA} = I_{\text{colector}}$$

*Ecuación 4: Corriente colector*

Transistor propuesto: 2N2222A

Corriente del colector del transistor ( $I_c$ ) = 800mA máximo

$h_{fe} = 75$

$$\text{Corriente de base (IB)} = \frac{I_c}{h_{fe}} = \frac{400\text{mA}}{75} = 5.33 \text{ mA}$$

$V_B = 5\text{V}$

*Ecuación 5: Corriente de base transistor led*

$$R_B = \frac{V_b - V_{be}}{I_b} = \frac{5\text{V} - 0.7\text{V}}{5.33\text{mA}} = 806.75 \Omega \approx 1\text{k}\Omega \text{ Valor comercial más cercano}$$

*Ecuación 6: Resistencia de base transistor led*

## Claxon

Corriente de claxon = 1.6A (*medido personalmente*)

Voltaje de Claxon = 12V

Relevador propuesto para activación: RAS-1210

Voltaje de activación de la bobina= 12V

Corriente de activación de la bobina= 30 mA

Transistor propuesto para activación de la bobina del relevador: 2N2222A

Corriente del colector del transistor ( $I_c$ ) = 800mA máximo  $h_{fe} = 100$

$$\text{Corriente de base (IB)} = \frac{I_c}{h_{fe}} = \frac{30mA}{100} = 0.3 \text{ mA} \quad V_B = 5V$$

*Ecuación 7: Corriente de base transistor claxon*

$$R_B = \frac{V_b - V_{be}}{I_b} = \frac{5V - 0.7V}{0.3mA} = 14333 \Omega \approx 15k\Omega \text{ Valor comercial más cercano}$$

*Ecuación 8: Resistencia de base transistor claxon*

Nota: Los datos de los transistores como corriente de colector, ganancia ( $h_{fe}$ ) y voltaje de saturación, al igual que la corriente de activación de la bobina del relevador fueron obtenidos de sus respectivas hojas de datos.

### 6.3 Diagrama de Conexión.

La figura 14 muestra el diagrama diseñado para la conexión de los componentes en conjunto.

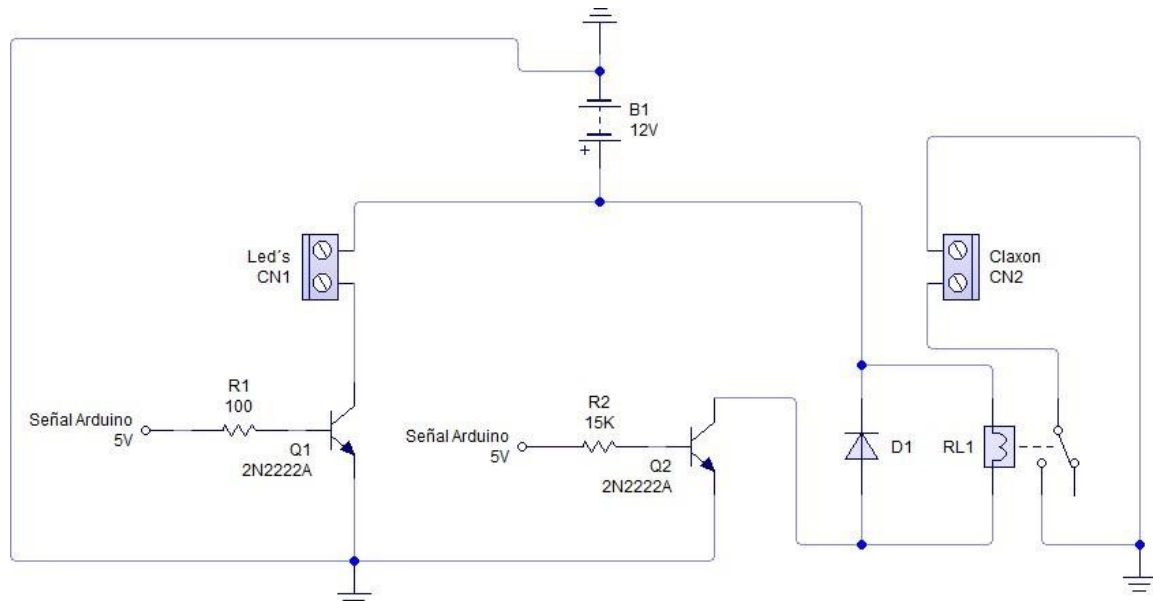


Figura 14. Diagrama de conexión del sistema. (Imagen de autoría propia)

### 6.4 Placa PCB

La figura 15 es una muestra de la simulación de la placa PCB con todos los componentes en conjunto.

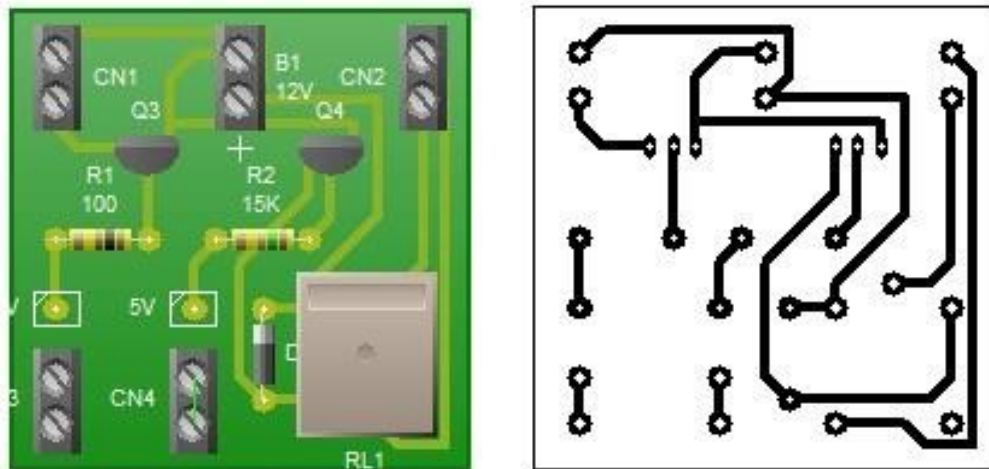


Figura 15. Placa PCB para instalación. (Imagen de autoría propia)

# CAPÍTULO 7

## Costo de la propuesta

---

### 7.1 Componentes, materiales y costos

Se muestra en la tabla 14 la lista de todos los componentes y material utilizado con su costo.

Tabla 14. Componentes y costos. (Autoría propia)

Componente	Cantidad	Precio unitario	Precio acumulado
<i>Activación</i>			
Switch selector de modos de funcionamiento 3 pasos	1	\$ 30	\$ 30
Switch selector encendido y apagado, dos pasos	1	\$ 25	\$ 25
<i>Cable</i>			
Calibre 18 (claxon)	2 m	\$ 14	
Calibre 18 (batería)	1 m		
Calibre 18 (conexiones)	0.2 m		
Total, metros comprados: 4 m			\$ 56
Calibre 22 (switch)	3.2 m	\$ 5	



Calibre 22 (luces)	1.5 m		
Calibre 22 (sensor y servomotor)	0.5 m		

Calibre 22 (panel solar)	0.3 m		
Calibre 22 (conexiones)	0.3 m		
Total, metros comprados: 6 m			\$ 30
Cable tipo USB	1	\$ 69	\$ 69
Cable tipo Barrel Jack 2.1 mm	1	\$ 29	\$ 29
Cable jumpers tipo macho – macho	4	\$ 1	\$ 4
Alarma visual			
Leds modulo COB	2	\$ 35	\$ 70
Alarma sonora			
Claxon	1	\$ 70	\$ 70
Alimentación			
Batería	1	\$ 379	\$ 379
Terminales de batería	2	\$ 2	\$ 4
Panel solar	1	\$ 474	\$ 474
Soporte			
Base de metal (batería)	1	\$ 15	\$ 15

Placas de metal (caja de proyecto)	0.7 m	\$ 30	\$ 30
Receptor de señal			
Sensor TF mini lidar plus	1	\$ 1262	\$ 1,262
Servomotor	1	\$ 85	\$ 85
Control electrónico			
Arduino UNO	1	\$ 270	\$ 270
Controlador PWM	1	\$ 300	\$ 300
Placa PCB	1	\$ 20	\$ 20
Transistores 2N2222A	2	\$ 5	\$ 10
Borneras	5	\$ 2	\$ 10
Relevador	1	\$ 20	\$ 20
Resistencias	2	\$ 2	\$ 4
Protección de componentes			
Caja de proyectos	1	\$ 100	\$ 100
Material adicional de producción			
Cinta de aislar	1	\$ 20	\$ 20
Soldadura	1 tubo de 17 gr	\$ 39	\$ 39
Varillas de soldadura	2	\$ 2	\$ 4
Cloruro férrico	1 bote	\$ 100	\$ 100
Papel transferencia	1 hoja	\$ 23	\$ 23
Total			\$ 3,552



# **Parte III**

## **Validación**



## Pruebas

### 8.1 Prueba de comunicación sensor – microcontrolador

Para la obtención del programa de control del sistema se pasaron por varias etapas de pruebas, tanto por separado como en conjunto, de los diferentes componentes que de acuerdo con el diagrama de flujo se fue planteando.

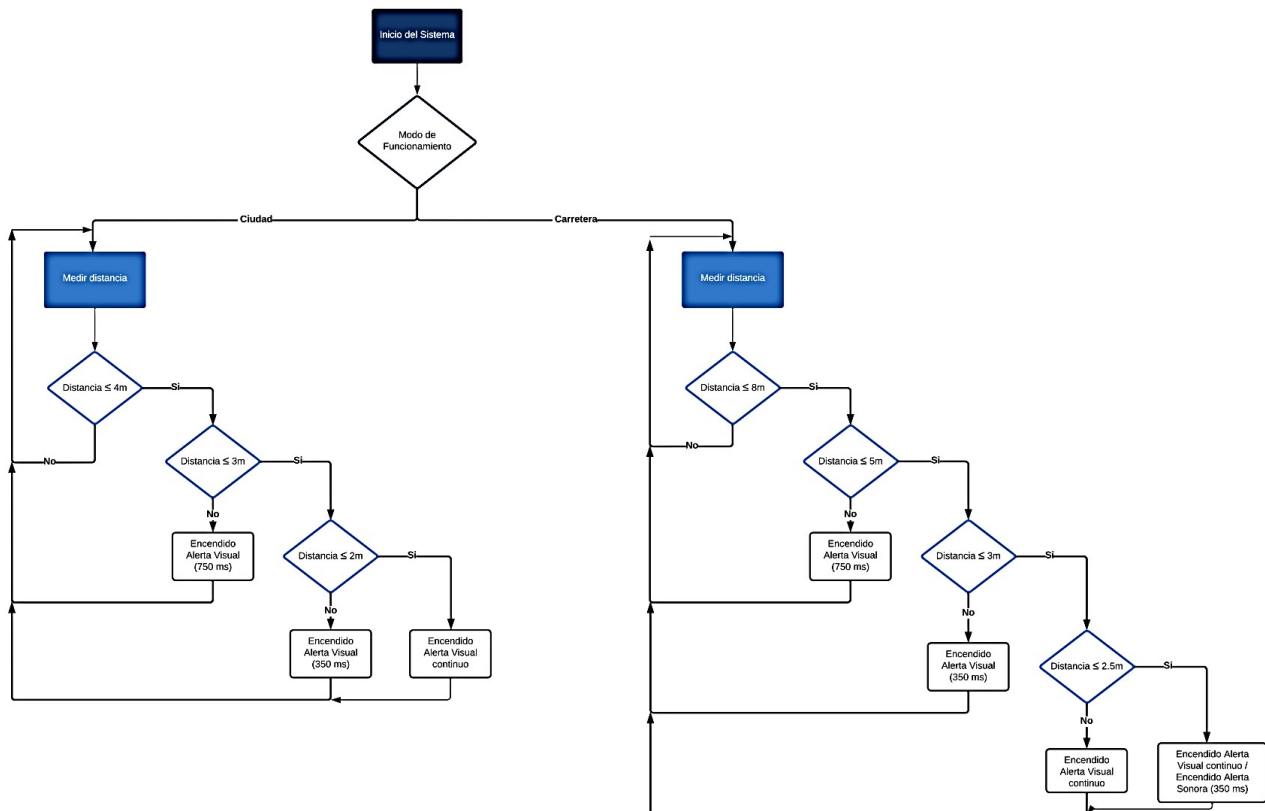


Figura 16. Diagrama de flujo programa. (Imagen de autoría propia)

#### 8.1.1 Pruebas con el servomotor

El control de este componente se lleva a cabo por medio de una librería que ofrece la interfaz del microcontrolador empleado. Dicha librería permite crear un objeto fácilmente para poder referir el control del movimiento del servomotor a dicho objeto. Posteriormente, se emplea una declaración tipo *for* para iniciar el movimiento del servomotor de 0° a 180° a una velocidad constante y otra declaración de tipo *for* para el regreso del mismo de 180° a 0°.

### 8.1.2 Pruebas con el sensor

La manipulación del sensor se realizó con la ayuda de una librería obtenida de internet declarada como `<DFRobot_TFmini.h>`, la cual facilita la comunicación entre el microcontrolador y el sensor, así como la obtención de los datos de distancia necesarios mostrada en la figura 16.

```
DFRobot_TFmini_test$
#include <DFRobot_TFmini.h>

SoftwareSerial mySerial(8, 7); // RX, TX

DFRobot_TFmini  TFmini;
uint16_t distance;

void setup() {
  Serial.begin(115200);
  TFmini.begin(mySerial);
}

void loop() {
  if(TFmini.measure()){
    distance = TFmini.getDistance();
    Serial.print("Distance = ");
    Serial.print(distance);
    Serial.println("mm");
    delay(500);
  }
  delay(500);
}
```

Figura 17. Programa de prueba del sensor. (Imagen de autoría propia)

### 8.1.3 Pruebas con las alarmas

En el caso de la activación de las alarmas, se necesitaba enviar pulsos de cierta duración de tiempo, para lo cual se podría utilizar la función `delay ()` del microcontrolador. Sin embargo, esta función detiene el resto de las tareas realizadas simultáneamente del microcontrolador, dicho suceso afectaba en gran medida al funcionamiento práctico del sistema. Por lo tanto, se optó por utilizar otra función denominada `millis ()`, la cual, utilizando el timer 0 del microcontrolador, cuenta en milisegundos desde el encendido de la placa Arduino; esto permite utilizar diferentes variables para contar tiempo sin detener el resto de las tareas del microcontrolador como se muestra en la figura 17.

```
milisActual= millis();//Se utiliza la funcion millis para definir los tiempos de activacion de las alarmas
milisActual2 = millis();
if((dist<= dist1) && (dist>dist2)){//Se definen tres niveles de activacion diferentes para la alarma visual
  tiempo = 750;
  if((milisActual - milisPrevio) >= tiempo){
    milisPrevio = milisActual;
    if(estadoled == LOW){
      estadoled = HIGH;
    }else{
      estadoled= LOW;
    }
  }
}
digitalWrite(led, estadoled);
}
```

Figura 18. Programa de prueba de las alarmas. (Imagen de autoría propia)

### 8.1.4 Pruebas de los componentes en conjunto

Al momento de unir los diferentes componentes que están bajo el mando del microcontrolador se probaron diferentes códigos, hasta obtener el adecuado que permita el correcto funcionamiento de todos los elementos mencionados anteriormente mostrado en la figura 18.

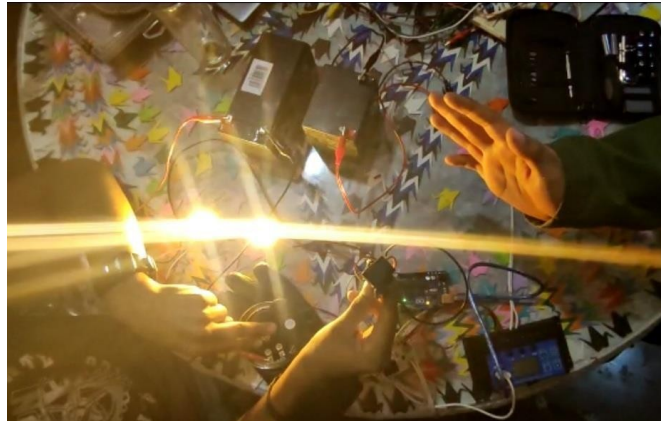


Figura 19. Prueba de los componentes controlados por el Arduino. (Imagen de autoría propia)

## 8.2 Prueba de distancia en detección de objetivos

Para las pruebas de distancia que detecta el sensor de acuerdo con la programación establecida en cada modo de conducción se hicieron las pruebas correspondientes para asegurar la seguridad del conductor con el sistema instalado.

La primera prueba corresponde al modo de tipo ciudad que consistió en dos partes. La primer parte con la motocicleta estacionada detectando objetos aproximándose. La segunda parte en movimiento con ayuda de un automóvil para la prueba de aproximación.

La segunda prueba corresponde al modo tipo carretera que consistió en dos partes. La primer parte con la motocicleta estacionada detectando objetos aproximándose. La segunda parte en movimiento con ayuda de un automóvil para la prueba de aproximación.

### 8.2.1 Modo de funcionamiento tipo ciudad

Primeramente, se acciona el switch selector de modos en la posición de tercer paso para tipo ciudad donde las distancias corresponden a la programación de acuerdo con la tabla 15.

Tabla 15. Parámetros de distancia modo ciudad

Distancia de detección	de	2m	3m	4m
Tiempo de encendido de leds	de	Encendido continuo	350 ms	750 ms



El primer caso de prueba se colocó la motocicleta estacionada junto a la banqueta en una vialidad poco transitada para la detección de objetos de tipo peatones, motocicletas y automóviles como se muestra en la figura 19.



*Figura 20. Modo ciudad, motocicleta estacionada*

Recibiendo los datos de objetos aproximándose y accionando únicamente para este caso las alarmas visuales de los leds dando presencia de la motocicleta en una situación de poca iluminación como se muestra en la figura 20.



*Figura 21. Modo ciudad, motocicleta estacionada prueba de iluminación.*

Para el segundo caso de la prueba se realizó en conducción auxiliándonos de un automóvil como situación real de aproximación con las mismas distancias de detección en el sensor como se muestra en la figura 21.

El tipo de conducción fue a baja y mediana velocidad no sobrepasando el límite de velocidad de acuerdo con el reglamento de tránsito por el tipo de vialidad en calle donde se realizó la prueba y bajo condiciones extremas para la estabilidad y sujeción del sistema, tanto batería y soporte de la caja de proyecto por los desperfectos de la calle en cuanto a baches y hoyos sin presentar ningún problema para la conducción.



Figura 22. Modo ciudad, motocicleta en circulación.

### 8.2.2 Modo de funcionamiento tipo carretera

Para el segundo modo de tipo carretera se acciona el switch en el segundo paso con distancias establecidas de acuerdo con la programación del microcontrolador de acuerdo con los siguientes parámetros presentados en la tabla 16.

Tabla 16. Parámetros distancia modo carretera.

<b>Distancia de detección</b>	2.5 m	3 m	5 m	8 m
<b>Tiempo de encendido de leds</b>	Encendido continuo	Encendido continuo	350 ms	750 ms
<b>Tiempo de encendido de claxon</b>	350 ms	Apagado	Apagado	Apagado

La primera parte se realizó con la motocicleta estacionada, pero por las distancias de accionamiento, el sensor no mostraba el funcionamiento esperado puesto que la vialidad de prueba no se prestaba para la visualización como se muestra en la figura 22.

De modo que se optó por tomar distancias más cortas para la prueba donde con la presencia simulando un peatón se accionaba las tres condiciones de distancias de activación.



*Figura 23. Prueba de accionamiento modo ciudad.*

La segunda parte de prueba se realizó circulando con un vehículo auxiliar para la visualización de la motocicleta sobre una vialidad más amplia para un libre funcionamiento de acuerdo con las distancias programadas simulando una situación de carretera donde el vehículo se aproxima para cada situación de accionamiento como se muestra en la figura 23.



*Figura 24. Prueba de accionamiento modo carretera en circulación.*

### **8.3 Pruebas de alimentación**

Como parte del objetivo en el proyecto de una alimentación externa a base de energía solar por un panel, se tomaron en tres fases de prueba:

1. Tiempo de funcionamiento autónomo sin realimentación por el panel solar
2. Tiempo de carga de batería por panel solar
3. Autonomía del sistema en funcionamiento con realimentación del panel solar

Estas fases se hicieron en dicho orden por comodidad y aprovechamiento de cada caso, dejando en primera situación utilizar toda la carga almacenada de la batería para la medición de voltaje que se aprovechaba, posteriormente con la desactivación del paso de corriente por el controlador PWM y su funcionamiento de seguridad para no permitir la descarga total de la batería y mantener una larga duración de vida útil. Se realizó la segunda prueba de recargar de la batería por la alimentación del panel solar. Finalmente se volvió a hacer la conexión de todos los componentes del sistema

para dejarlo en funcionamiento junto con la alimentación del panel solar y tomar pruebas de autonomía.

### 8.3.1 Tiempo de funcionamiento autónomo sin realimentación por el panel solar

Los resultados obtenidos fueron tomados en datos de tiempo.

Primeramente, se toma el criterio que el sistema estará en funcionamiento en tiempos nunca establecidos, ni fijos, ya que dependen directamente del uso que le da cada piloto.

Puesto que el sistema es independiente a la propia batería de la motocicleta no es necesario probar la duración circulando por las calles, simplemente se enciende por el switch de alimentación y el sistema entra en funcionamiento.

La figura 24 muestra la carga inicial de la batería sin ninguna alteración de consumo. Con una carga inicial de la batería llena de 12.6 V.



Figura 25. Carga de la batería por defecto. (Imagen de autoría propia)

La tabla 17 refleja los resultados en tiempo y voltaje que almacenaba la batería en funcionamiento con el sistema hasta que el controlador detuvo automáticamente el paso de corriente identificando el tiempo máximo de autonomía.

Tabla 17. Tiempo de funcionamiento de la batería de acuerdo con el voltaje almacenado. (Autoría propia)

Tiempo (Min)	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180	195	210	225	240	255
Almacenamiento (Volt)	12.4	12.2	12.1	11.9	11.6	11.5	11.2	10.9	10.8	10.5	10	9.7	9.5	9.2	8	8.9	8.6

De acuerdo con los tiempos reflejados del controlador y por la programación establecida que a un voltaje mínimo de seguridad de 8.6 mostrado en la figura 25, el tiempo estimado de autonomía fue de 4 horas 15 min bajo una conducción no continua en intervalos de descanso cada 30 min.

Mostrando que en situaciones de conducción en la Ciudad de México con tráfico regular el consumo de la batería es mayor pero nunca de forma drástica bajando como máximo 0.4V que a comparación en los momentos de descanso donde la carga de batería baja de una forma más paulatina como máximo 0.1V donde el único consumo es del microcontrolador esperando la señal del sensor ocasionalmente.



Figura 26. Carga baja de la batería. (Imagen de autoría propia)

### 8.3.2 Tiempo de carga de batería por panel solar

Los resultados de la prueba de cargar la batería son tomados en datos de tiempo, obteniendo como valor de voltaje inicial en la batería de 8.6 V que es donde el controlador cortó el paso de corriente al sistema por su programación y un valor de realimentación de un máximo de 12.5 V al finalizar la prueba mostrados en la tabla 18.

Se instaló el panel solar en una ubicación donde pudiera recibir la radiación solar desde varios ángulos y por las condiciones climáticas mejor se adaptará, puesto que el día de prueba se presentó nublado, nos permitió documentar un caso de situación extrema con poca radiación directa. Con ayuda del cronómetro se tomaron los siguientes resultados como se muestra en la figura 26.



Figura 27. Prueba de recarga de la batería con poca radiación directa. (Imagen de autoría propia)

Tabla 18. Tiempo cronometrado / Voltaje recargado. (Autoría propia)

Tiempo (Min)	15	30	45	60	75	90	105	120	135
Almacenamiento (Volt)	9.1	9.6	10.1	10.9	11.7	12	12.2	12.4	12.5

La hora de inicio en la prueba fue a las 15:00 hrs y finalizando a las 17:15 hrs completando la carga de la batería.

Los datos demuestran una carga de batería no constante, pero si siempre gradualmente, esto se debe a la inclinación con que recibe la radiación solar en el transcurso del día, iniciando en una hora con radiación más directa y transcurriendo el tiempo de prueba se fue cargando la batería con menor aumento de voltaje finalizando con un voltaje de 12.5 V como se muestra en la figura 27.



Figura 28. Batería totalmente cargada. (Imagen de autoría propia)

### 8.3.3 Autonomía del sistema en funcionamiento con realimentación del panel solar

La tercera prueba se realizó con la batería cargada en el valor final alcanzado en la prueba anterior de 12.5 V y el sistema en funcionamiento conectado en conjunto con el panel solar en un lapso de 2 horas continuas.

La prueba inició las 12:00 hrs y finalizó a las 14:00 hrs, con la intención de aprovechar la hora pico de radiación solar.

Los resultados nos muestran una continua alimentación de voltaje sin disminuir la carga de la batería por el funcionamiento del controlador que permite utilizar siempre que esté conectado el panel solar aprovechar la energía del panel al sistema y no utilizando el almacenamiento de la batería hasta que el panel deje de recibir la radiación cambiando la configuración del controlador al modo de batería.

## **8.4 Prueba de posición de leds para mejor visualización**

La prueba de la alerta visual se llevó a cabo desde 2 puntos de vista diferentes, el primero desde el interior de un automóvil situado en la parte de atrás de la motocicleta y el segundo desde un automóvil situado a un costado de la motocicleta, con la finalidad de que los destellos de los leds tuvieran la intensidad suficiente para alertar al conductor del vehículo en cuestión, pero sin afectar su visión y así seguir conduciendo de forma segura.

## **8.5 Prueba de audio en claxon, distancia de detección**

Esta prueba se llevó a cabo desde el interior de un automóvil, con el cual se hicieron varios acercamientos desde diferentes ángulos hacia la motocicleta, hasta el punto donde se activará el claxon automáticamente. Se logró apreciar un sonido nítido y de un volumen aceptable para poner en alerta al conductor del automóvil en cuestión.

## Comparación de resultados

---

### 9.1 Comparación de resultados.

En esta sección se hizo el análisis comparativo de los valores calculados con los obtenidos en la parte práctica durante la realización de este proyecto presentados en la tabla 19.

*Tabla 19. comparación de valores teóricos y prácticos de corriente.*

<b>Magnitud comparada</b>	<b>Valor teórico</b>	<b>Valor medido</b>
Corriente de colector (Alerta visual)	400 mA	362.5 mA
Corriente de colector (Alerta sonora)	30 mA	28.66 mA

Los valores obtenidos de forma práctica fueron satisfactorios ya que, de acuerdo con la resistencia de base calculada, se obtuvo la corriente de colector adecuada para el correcto funcionamiento de las alertas.

En la parte de programación se puede afirmar que los tiempos de conmutación de activación de las alertas (visual y sonora) fueron planteados de manera correcta para alertar de manera eficaz al conductor y a la vez no interferir en su conducción, evitando algún percance con otro vehículo.

En lo que respecta a la autonomía se comprobó (en el capítulo de pruebas) que el sistema tiene un tiempo de funcionamiento cercano a las 4 horas continuas, el cual es un periodo similar al planteado en el capítulo de diseño.

Durante la realización de las pruebas se observó que el sistema funciona de acuerdo con lo esperado, sin embargo, el código de programación necesita de otra variable para condicionar la activación de las alertas debido que en el actual se accionan las alertas aun cuando otro vehículo no representa un riesgo para la motocicleta.





## Conclusiones

---

Se logró implementar un sistema que dé presencia de la motocicleta en circulación sobre vialidades primarias y secundarias de acuerdo con las lecturas obtenidas por el sensor y con las distancias programadas en el microcontrolador para alertar a los demás conductores de una posible colisión en situaciones específicas de ciudad o carretera.

A su vez se consiguió alimentar el sistema a través de energía solar para tener una autonomía de 4 horas seguidas de uso, además de evitar una descarga prematura y reducir la vida útil de la batería que tiene por defecto la motocicleta.

Se consiguió diseñar un programa funcional de manera sintética y ordenada para cumplir las tareas requeridas de acuerdo con los objetivos de este proyecto, sin embargo, el código podría ser mejorado para optimizar el rendimiento del microcontrolador.

Para la activación y desactivación del sistema, así como la selección de los modos de conducción se instalaron dos switches en el manillar con la finalidad de que el conductor de la motocicleta decida en qué situación hacer uso de ellos.

Se realizaron pruebas con resultados favorables de sujeción, estabilidad y seguridad de los elementos que componen el sistema ante situaciones de irregularidades de la vialidad como baches, topes o cualquier desperfecto que se pueda presentar en el camino.

Por último, se realizó el montaje del sistema sin modificar la estructura y diseño original de la motocicleta buscando emplear los espacios adecuados y obtener un resultado estético y funcional.

## 10.1 Trabajos a futuro

El sistema perimetral presentado en este documento está pensado para ser la base de un sistema de prevención más completo que logre dar una mayor seguridad tanto para el conductor de la motocicleta como para los demás conductores, algunas de las mejoras que se pueden implementar en un futuro son las siguientes:

- Incluir un medidor de velocidad el cual complementaria al sensor TF mini lidar plus, de esta forma las alertas (visual y auditiva) se activarán cuando un objeto se acerque a cierta distancia y a cierta velocidad, esta doble condición para la activación de las alarmas será más efectiva ya que en la ciudad las motocicletas tienden a circular entre carriles y en el sistema actual las alertas se estarían activando continuamente incluso si no está en riesgo el conductor.
- Implementar un sensor 360° con el cual se tendría un mayor rango de prevención.
- Incluir una cámara y pantalla para que el conductor de la motocicleta pueda observar lo que sucede a su alrededor cuando lo necesite, sobre todo en los puntos muertos.
- Ir actualizando el programa grabado en el microcontrolador con la finalidad de optimizar y mejorar el rendimiento, así como la precisión de los componentes del sistema.

# **Parte IV**

## **Apéndices**

# Simulación

---

```
#include <Servo.h>
#include <DFRobot_TFmini.h> //Incluir las
librerías del servo y del sensor

SoftwareSerial mySerial(8, 7); //Se definen
los pines utilizados para el transmisor y el
receptor de datos del sensor
respectivamente

DFRobot_TFmini TFmini; //Se crea un
objeto para el posterior control del sensor
uint16_t distance; //Se establece una
variable para almacenar los datos del
emisor y receptor

Servo myservo; // Se crea un objeto para el
control del servo

//Se declaran las variables globales
int pos = 0;
int dist = 0;
int led = 12;
int claxon = 11;
int ciudad = 3;
int Carretera = 2;
int val = 0;
int val2 = 0;
int dist1 = 0;
int dist2 = 0;
int dist3 = 0;
int dist4 = 0;

void setup()
{
  myservo.attach(9); //Ancla el control del
movimiento del servo al pin 9
  Serial.begin(115200);
  TFmini.begin(mySerial); //Se inicia la
comunicación con el sensor
  pinMode(claxon, OUTPUT); //Se definen
como salidas los pines de las alertas, así
como su estado inicial
```

```
  pinMode(led,OUTPUT);
  digitalWrite(led,LOW);
  digitalWrite(claxon,LOW);
  pinMode(ciudad, INPUT_PULLUP); //
Utilizando la resistencia pullup interna del
Arduino para el control de los modos de
funcionamiento      pinMode(carretera,
INPUT_PULLUP);
}

void loop()
{
  val=digitalRead(ciudad); //Se leen las
entradas del switch de modos de
funcionamiento
  val2 = digitalRead(carretera); if ((val ==
LOW) || (val2 == LOW)
)
{
  for (pos = 0; pos <= 180; pos += 1)
  {
    //Hace que el servo vaya de 0° a 180° en
pasos de 1 grado    myservo.write(pos);
//Le dice al servo que vaya a la posición
"pos" definida por el "for"
    if (TFmini.measure()
)
    {
      //Verifica que el sensor esté en
funcionamiento
      distance = TFmini.getDistance(); //Se lee el
valor registrado de distancia del sensor y se
asigna a la variable distance
      dist = distance;
      val = digitalRead(ciudad); //Se vuelven a
leer las entradas del switch de modos de
funcionamiento para definir cual está
seleccionado      val2 =
digitalRead(carretera);

      if ((val == LOW) && (val2 == HIGH)
)

```

```

    { //Si se cumple la condicional activa el
modo ciudad //Se definen las
distancias de activación para este modo
dist1 = 400;
dist2 = 300;
dist3 = 250;
dist4 = 1; //Se manda a llamar a la
función de operación proceso(dist,
led, claxon , ciudad, carretera, val, val2, dis
t1, dist2, dist3, dist4);
}
else if ((val == HIGH) && (val2==LOW))
{ //Si se cumple esta condicional se activa
el modo carretera //Se definen las
distancias de activación para este modo
dist1 = 600;
dist2 = 450;
dist3 = 300;
dist4 = 200; //Se manda a llamar a la
función de operación

proceso (dist, led, claxon, ciudad, carretera,
val, val2, dis t1, dist2, dist3, dist4);
}
}
delay(4.5);
}
//Se repite el proceso para la vuelta del
servo a la posición 0 for (pos = 180;
pos >= 0; pos = 1)

{ //Va de 180° a 0° myservo.write(pos);

if (TFmini.measure()
)
{
distance = TFmini.getDistance(); dist =
distance;
val = digitalRead(ciudad); val2 =
digitalRead(carretera);

if ((val == LOW) && (val2 == HIGH)) {
dist1 = 400;
dist2 = 300;
dist3 = 200;
dist4 = 1;

```

```

proceso(dist, led, claxon , ciudad,
carretera, val, val2, dis t1, dist2, dist3,
dist4);
}
else if ((val == HIGH) && (val2==LOW))
{
dist1 = 600;
dist2 = 450;
dist3 = 300;
dist4 = 200;

proceso(dist, led, claxon , ciudad, carretera,
val, val2, dis t1, dist2, dist3, dist4);
}
}
delay (4.5);
}
}

//Se crea la función de operación con las
variables globales que entran a la función
void proceso(int dist, int led, int claxon, int
ciudad, int carretera, int val, int val2, int
dist1, int dist2, int dist3, int dist4)
{
//Se declaran variables locales de la
función
unsigned long milisPrevio = 0; unsigned
long milisActual; unsigned long
milisPrevio2 = 0; unsigned long
milisActual2; unsigned long tiempo = 0;
unsigned long tiempo2 = 0; unsigned long
tiempo3 = 0; unsigned long tiempo4 = 0;
int estadoled = LOW;
int estadoclaxon = LOW;

//Se utiliza una función "dowhile" para
detener el sensor y activar las alarmas
cuando sea necesario y mientras se
cumplan las condicionales
do
{
//Vuelve a leer el valor de la distancia
para saber si hubo un cambio
myservo.write(pos);
if (TFmini.measure())
{

```

```

distance = TFmini.getDistance();    dist =
distance;    //Se leen nuevamente las
entradas provenientes del switch para
saber si hubo un cambio
val = digitalRead(ciudad);
val2 = digitalRead(carretera);
    //Se utiliza la función millis para definir
los tiempos de activación de las alarmas
millisActual = millis();    millisActual2 =
millis();    //Se definen tres niveles de
activación diferentes para la alarma visual
    if ((dist <= dist1) && (dist > dist2))
    {
    tiempo = 750;
    if ((millisActual - millisPre vio) >= tiempo)
    {
        millisPrevio = millisActual;
        if (estadoled == LOW)    {
        estadoled = HIGH;
        }
    else
    {
        estadoled = LOW;
        }    }
    digitalWrite(led,estadoled);    }
    else if ((dist <= dist2) && (dist > dist3))
    {
    tiempo = 350;
    if ((millisActual - millisPre vio) >= tiempo)
    {
        millisPrevio = millisActual;
        if (estadoled == LOW)    {
        estadoled = HIGH;
        }
    else
        {

```

```

estadoled = LOW;
        }    }
    digitalWrite(led,estadoled);    }
    else if (dist <= dist3 && dist > 0)    {
    estadoled = HIGH;    digitalWrite(led,
estadoled);
    }
    //Se define el tiempo y nivel de
activación de la alarma sonora    if (dist <=
dist4 && dist > 0)    {
    tiempo2 = 750;
    if ((millisActual2 - millisPrevio2) >= tiempo2)
    {
        millisPrevio2 = millisActua l2;
        if (estadoclaxon == LOW)    {
        estadoclaxon = HIGH;
        }
    else
    {
        estadoclaxon = LOW;
        }
    }
    digitalWrite(claxon, estadoclaxon);
    }
    while ((dist <= dist1) && (dist > 0) && (((val
== HIGH) && (val2 =
= LOW)) || ((val == LOW) && (val2 = =
HIGH)))); //Condicional del "dowhile"
    //Cuando no se detecta nada dentro del
rango establecido se apagan las alarmas
    estadoled = LOW;
    estadoclaxon = LOW;    digitalWrite(led,
LOW);    digitalWrite(claxon, LOW);
    }

```

# Manufactura montaje

---

## Soporte placa con impresión 3D para el sensor TF mini lidar plus

Se propone utilizar un soporte para el sensor TF mini lidar plus que irá al servomotor uniéndolos a una sola pieza fija con la total libertad de giro que tiene el servo.

La pieza está hecha de plástico ABS con las propiedades de rigidez, dureza y tenacidad, lo que destaca una gran estabilidad y resistencia a impactos y vibraciones en distintos cambios climáticos.

En la industria automotriz es un plástico muy utilizado, de bajo costo y enfocado en partes de un contacto continuo, como el caso de consolas, guanteras, paragolpes, carcasas y rejillas.

### Lista de materiales

- Filamento de plástico ABS para impresora 3D

### Herramienta utilizada

- Impresora 3D

### Proceso de manufactura

El diseño de la placa fue tomado de un video con el archivo en el formato específico para su impresión, las características de la placa fueron de acuerdo con el tamaño del sensor TF mini lidar plus con las siguientes medidas como se muestra en la figura 28.

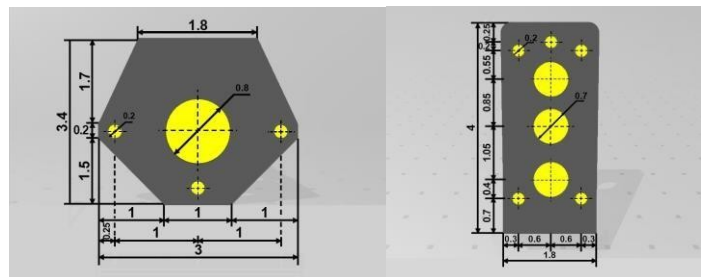


Figura 29. Diseño de la base del sensor. Fuente:

[https://github.com/tizianofiorenzani/ros\\_tutorials/blob/master/laser\\_scanner\\_tfmini/3dprint/TfMini%20Bracket.S](https://github.com/tizianofiorenzani/ros_tutorials/blob/master/laser_scanner_tfmini/3dprint/TfMini%20Bracket.S)  
TL



El archivo fue enviado a un grupo dedicado a impresiones 3D donde por pedido se obtuvo el resultado mostrado en la figura 29.



*Figura 30. Base del sensor en físico. (Imagen de autoría propia)*

Con el diseño deseado y terminado se fijó el sensor y servomotor a la placa garantizando una estabilidad y movilidad deseada como se muestra en la figura 30.



*Figura 31. Sensor ensamblado en el servomotor. (Imagen de autoría propia)*

## **Placa PCB**

La placa PCB fue propuesta para un diseño compacto y optimizado para el circuito electrónico que compone todas las conexiones de las alarmas, microcontrolador, controlador y alimentación.

El microcontrolador Arduino UNO estará junto con la placa PCB para reducir la distancia de conexión y un fácil mantenimiento en dado caso de alguna falla que pudiera presentar o en actualizaciones al sistema que se puedan cargar, todo dentro de una caja de proyecto con las siguientes dimensiones:

Ideal para el almacenamiento del microcontrolador, placa PCB y controlador con el espacio accesible al acomodo de los cables de alimentación y señal hacia los demás componentes.

### **Lista de materiales**

- Cloruro férrico
- Placa
- Acetona
- Agua
- Plumón permanente color negro
- Hoja de transferencia
- Soldadura

### **Herramienta utilizada**

- Cautín
- Taladro
- Impresora laser

### **Proceso de manufactura**

Para realizar la placa se debe hacer el diseño previo en un software de simulación como LIVEWIRE y PCB WIZARD donde la interfaz es muy simple de utilizar con diversos componentes básicos que permite utilizar la herramienta.

Se seleccionan los componentes a utilizar y se propone el diseño del circuito en el software de LIVEWIRE con todas las conexiones que estarán incluidas en la placa, posteriormente este diseño eléctrico se transfiere al programa PCB WIZARD donde el programa propone un diseño que acomoda los componentes dependiendo el espacio disponible. Hay ocasiones que no permite integrar todos los componentes, sin embargo, manualmente se pueden acomodar a voluntad.

El archivo se guarda y se imprime en las hojas de transferencias, específicas para este tipo de trabajo donde la impresión láser debe ser muy importante, de otra manera no se podrá realizar la placa PCB.

Con la hoja de transferencia y el diseño de las pistas de conexión se coloca la placa sobre la hoja y con ayuda de calor se le aplica en toda la superficie de la impresión para que se transfiera la tinta aproximadamente 10 min para garantizar la impresión sobre la placa. Con el plumón permanente se puede retocar las partes que pudieran estar mal marcadas.

Posteriormente la placa se sumerge en el cloruro férrico hasta que solamente quedan marcadas las pistas del circuito. El ácido cumple la función de quitar el cobre excedente que compone la placa. Después de este proceso se limpia con agua la placa y con acetona para limpiar la tinta y queden libres las pistas como se muestra en la figura 31.

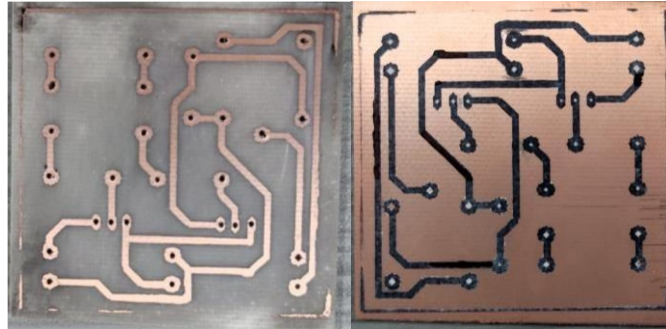


Figura 32. Placa de cobre con circuito de conexión. (Imagen de autoría propia)

El siguiente paso es perforar los espacios de cada componente para colocarlos y soldar sobre las pistas de cobre.

## Soporte caja de proyecto

Para el montaje de todos los componentes electrónicos se buscó un espacio donde estéticamente fuera discreto y no interfiriera en las demás partes mecánicas y eléctricas de la motocicleta. Como resultado se determinó que los componentes electrónicos del sistema estarán a un costado y parte posterior de la motocicleta, junto al asiento del acompañante mostrado en la figura 32.



Figura 33. Zona de montaje del sistema de control. (Imagen de autoría propia)

El espacio se prestó para que la caja de proyecto quedara protegida y visualmente discreta sin mucho impacto aerodinámico quedando resguardada por la misma forma de la motocicleta.

Para el montaje de la caja de proyecto se instaló una base con láminas de metal con barrenos para una sujeción a los mismos tornillos de la motocicleta que forman parte de la barra de agarre para el acompañante, con el objetivo de no alterar el diseño propio de la motocicleta haciendo perforaciones adicionales.

### **Lista de materiales**

- Placas de metal
- Varillas de soldadura
- Caja de proyecto

### **Herramienta utilizada**

- Esmeril
- Taladro
- Planta de soldar
- Pintura aerosol color negro
- Pintura aerosol color gris

### **Proceso de manufactura**

Se tomaron las medidas entre los tornillos que sujetaran las placas de metal para hacer los cortes correspondientes de las placas al tamaño ideal de sujeción. Para el diseño de las placas que sostienen la caja de proyecto se hizo una escuadra donde se fijará en la parte frontal para un montaje estético y cómodo para la instalación y una placa que sostuviera en la parte inferior para mayor seguridad de estabilidad.

Una vez tomadas las medidas y con las placas cortadas con las medidas correspondientes, se realizó un proceso de soldado y barrenado para la unión de las piezas.

Posteriormente se dio un acabado uniforme y estético con las pinturas en aerosol con los colores específicamente establecidos para un diseño discreto y que no contrastará con la pintura original de la motocicleta, dejando secar las placas el tiempo correspondiente de acuerdo con el tipo de pintura a utilizar.

Finalmente procedemos a la instalación de conexiones eléctricas de acuerdo con los espacios establecidos para cada componente y su firme sujeción a la motocicleta como se muestra en la figura 33.



Figura 34. Sistema de control ensamblado. (Imagen de autoría propia)

## Base y soporte de batería

La motocicleta modelo Avenger 150 de la marca Bajaj presenta espacios reducidos en donde se pudiera colocar la batería de forma aislada a otros sistemas eléctricos y mecánicos salvo un espacio libre bajo el asiento del conductor donde presenta las dimensiones ideales para el montaje de la batería con la seguridad de no interferir en movimientos de conducción, sistemas eléctricos propios de la motocicleta y partes mecánicas del motor y que pudieran transferir el calor a la batería como se muestra en la figura 34. El espacio es ideal para no quitar diseño a la motocicleta en la parte exterior además de interferir en la parte aerodinámica y la estabilidad.



A)

B)

Figura 35. Zona de instalación de la batería externa. (Imagen de autoría propia)

Para el montaje se diseñó una base que soportará a la batería de forma firme y cubierta de salpicaduras. La base es soportada por dos láminas, una de cada extremo para rodear dos partes del chasis de la motocicleta donde serían los soportes de la base y la batería.

### **Lista de materiales**

- Lamina de acero
- Tornillos
- Rondana
- Tuerca

### **Herramienta utilizada**

- Esmeril
- Taladro
- Llave inglesa
- Pintura aerosol color negro

### **Proceso de manufactura**

Se tomaron medidas del espacio libre a utilizar en la motocicleta.

Posteriormente se buscó una lámina de acero lo suficientemente resistente y delgada para poder manipularla dándole la forma deseada adaptada a la batería. Se tuvieron que hacer cortes con ayuda del esmeril para quitar un excedente de la lámina y quitarles el filo a los bordes.

Con el taladro se hicieron las perforaciones en las posiciones donde estarán los tornillos y las láminas que hacen la función de agarraderas para el soporte de la batería.

Finalizando el acabado estético con la pintura en aerosol se dejó secar 10 minutos por capa de pintura y aplicando un total de dos capas para una superficie uniforme.

Se tomó la distancia a utilizar para la alimentación desde la batería al controlador y el cable fue colocado y escondido bajo el asiento y sujetado por cinta de aislar sin interferir con los demás componentes eléctricos.

Posteriormente se hizo el montaje de la base con la batería al espacio establecido, haciendo pruebas de sujeción y estabilidad, con resultados óptimos en la conducción como se muestra en la figura 35.



Figura 36. Batería externa instalada. (Imagen de autoría propia)

## Hojas de datos adicionales de componentes

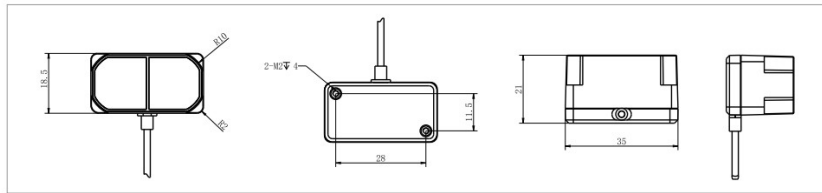
---

### Tf MINI LIDAR PLUS

La tabla 20 corresponde a las especificaciones técnicas y parámetros del sensor TF mini lidar plus con sus dimensiones normadas.

Tabla 20. Hoja de datos del sensor TF MINI LIDAR PLUS.

Parameter		Value
<b>Product parameters</b>	Operating Range	0.1m~12m <sup>®</sup>
	Accuracy	±5cm@(0.1-6m)
		±1%@(6m-12m)
	Distance resolution	5mm
	Frame rate	1-1000Hz(adjustable) <sup>®</sup>
	Ambient light immunity	70klux
	Operating temperature	-20°C~60°C
Enclosure rating	IP65	
<b>Optical parameters</b>	Light source	LED
	Central wavelength	850nm
	FOV	3.6° <sup>®</sup>
<b>Electrical parameters</b>	Supply voltage	5V±0.5V
	Average current	≤110mA
	Power consumption	550mW(low power mode 85mW)
	Peak current	500mA
	Communication level	UART,I <sup>2</sup> C,I/O
<b>Miscellaneous</b>	Material of enclosure	ABS+PC
	Storage temperature	-20°C~75°C
	Weight	12g
	Wire length	30cm



<b>Communication port</b>	UART
<b>Default Baud rate</b>	115200(adjustable)
<b>Data bits</b>	8
<b>Stop bit</b>	1
<b>Parity</b>	None

<b>Communication port</b>	I <sup>2</sup> C
<b>Max transmission rate</b>	400kbps
<b>Master/Slave mode</b>	Slave
<b>Default address</b>	0x10
<b>Address range</b>	0x01~0x7F

## Modulo led COB

La tabla 21 corresponde a la hoja de datos del módulo led COB con especificaciones técnicas y eléctricas.

Tabla 21. Hoja de datos del Módulo led COB.

### Descripción general

#### Detalles rápidos

Material del chip:	Ingenio
Intensidad luminosa:	80-90lm/W
Atenuación óptica (%):	0.02
Ángulo de visión (*):	160
Temperatura del color:	6000-6500 K
Temperatura de almacenaje (°C):	-25 - 60
Tipo:	Módulos LED
Potencia:	2,4 W
Tipo del LED:	COB
Tamaño:	46x30x3,8mm
Material:	1,6mm de aluminio PCB
Aplicación:	Letra de canal
Vida:	> 50000hrs

Emisión de color:	Blanco puro
Flujo luminoso (lm):	220lm
Disipación de energía:	0,2 W
Índice de representación de color (Ra):	80
Temperatura de funcionamiento (°C):	-20 - 40
Lugar del origen:	Guangdong, China
Marca:	HS
Certificación:	CE, Rohs
Nombre del producto:	Módulo LED COB
Voltaje de entrada:	DC12V
Corriente:	Corriente constante
Grado IP:	IP65 impermeable
Paquete:	20 unids/string



## Diodo rectificador

Tabla 22. Hoja de datos de diodo

### General Purpose Rectifiers (Glass Passivated)

#### Absolute Maximum Ratings\* $T_A = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Value							Units
		4001	4002	4003	4004	4005	4006	4007	
$V_{RRM}$	Peak Repetitive Reverse Voltage	50	100	200	400	600	800	1000	V
$I_{F(AV)}$	Average Rectified Forward Current, .375" lead length @ $T_A = 75^\circ\text{C}$	1.0							A
$I_{FSM}$	Non-repetitive Peak Forward Surge Current 8.3 ms Single Half-Sine-Wave	30							A
$T_{stg}$	Storage Temperature Range	-55 to +175							$^\circ\text{C}$
$T_J$	Operating Junction Temperature	-55 to +175							$^\circ\text{C}$

\*These ratings are limiting values above which the serviceability of any semiconductor device may be impaired.

#### Thermal Characteristics

Symbol	Parameter	Value	Units
$P_D$	Power Dissipation	3.0	W
$R_{\theta JA}$	Thermal Resistance, Junction to Ambient	50	$^\circ\text{C/W}$

#### Electrical Characteristics $T_A = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Device							Units
		4001	4002	4003	4004	4005	4006	4007	
$V_F$	Forward Voltage @ 1.0 A	1.1							V
$I_{rr}$	Maximum Full Load Reverse Current, Full Cycle $T_A = 75^\circ\text{C}$	30							$\mu\text{A}$
$I_R$	Reverse Current @ rated $V_R$ $T_A = 25^\circ\text{C}$ $T_A = 100^\circ\text{C}$	5.0 500							$\mu\text{A}$ $\mu\text{A}$
$C_T$	Total Capacitance $V_R = 4.0\text{ V}$ , $f = 1.0\text{ MHz}$	15							pF

## Controlador de carga solar PWM

Tabla 23. Hoja de datos controlador carga solar PWM Serie YJSS.

TECHNICAL PARAMETER					
MODEL	RSPWM10	RSPWM20	RSPWM30	RSPWM40	RSPWM50
Batt voltage	12V/24V Auto				
Charge current	10A	20A	30A	40A	50A
Discharge current	10A	20A	30A	40A	50A
Max Solar input	<50V				
Equalization	B01 sealed	B02 Gel	B03 flood		
	14.4V	14.2V	14.6V		
Float charge	13.7V(default,adjustable)				
Discharge stop	10.7V(default,adjustable)				
Discharge reconnect	12.6V(default,adjustable)				
USB output	5V/2A				
Self-consume	<10mA				
Operating temperature	-35~+60 $^\circ\text{C}$				
Size/Weight	133*70*35mm /150g				

TROUBLE SHOOTING		
Situation	Probable cause	Solution
Charge icon not on when sunny	Solar panel opened or reversed	Reconnect
Load icon off	Mode setting wrong	Set again
	Battery low	recharge
Load icon slow flashing	Over load	Reduce load watt
Load icon slow flashing	Short circuit protection	Auto reconnect
Power off	Battery too low/reverse	Check battery/connection

## Transistor 2N2222A

Tabla 24. Hoja de datos transistor 2N2222A NPN.

**MAXIMUM RATINGS** ( $T_A = 25^\circ\text{C}$  unless otherwise noted)

Characteristic	Symbol	Value	Unit
Collector – Emitter Voltage	$V_{CEO}$	40	Vdc
Collector – Base Voltage	$V_{CBO}$	75	Vdc
Emitter – Base Voltage	$V_{EBO}$	6.0	Vdc
Collector Current – Continuous	$I_C$	600	mAdc
Total Device Dissipation @ $T_A = 25^\circ\text{C}$ Derate above $25^\circ\text{C}$	$P_D$	625 5.0	mW mW/ $^\circ\text{C}$
Total Device Dissipation @ $T_C = 25^\circ\text{C}$ Derate above $25^\circ\text{C}$	$P_D$	1.5 12	W mW/ $^\circ\text{C}$
Operating and Storage Junction Temperature Range	$T_J, T_{stg}$	-55 to +150	$^\circ\text{C}$

## Ras - Relevador compacto de 1P/2T

Tabla 25. Hoja de datos relevador

ITEM	TIPO	10 A	15 A	20 A
Resistencia de Contacto		50m $\Omega$ Máx. (valor inicial)		
Tiempo de Operación		10mseg Máx.		
Tiempo de liberación		5mseg Máx.		
Fuerza del Dieletrico				
Entre bobina y contacto		AC 1500V (1min)		
Entre contacto		AC 750V (1min)		
Resistencia de aislamiento		100M $\Omega$ Min. (DC 500V)		
Temperatura de Operación Ambiente		-30 $^\circ\text{C}$ ~ +80 $^\circ\text{C}$		
Humedad		35% to 85% RH		
Resistencia de Vibración		10G (10~55Hz) (Amplitud dual:1.5mm)		
Resistencia de Choque		10G		
Expectativa de Vida				
Mecánicamente		10,000,000 ops. min. (1800 ops./h)		
Eletricamente		100,000 ops. Min. (1200 ops./h)		
Peso		9.5g(aprox.)		

## Bibliografía

---

[1] Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (n.d.). Parque vehicular. Retrieved May 26, 2021, from Org.mx website: <https://www.inegi.org.mx/temas/vehiculos/>

[2] Los Frenos del Futuro - la función Cornering ABS Bosch. (n.d.). Retrieved May 26, 2021, from Ducati.com website: <https://www.ducati.com/mx/es/editorial/cornering-abs>

[3] Reflex Defensive Rider Systems. (n.d.). Retrieved May 26, 2021, from Harleydavidson.com website: <https://www.harley-davidson.com/es/es/content/reflex-defensive-rider-systems.html>

[4] Orozco, G. M. G. (2016, December 2). Ser más visibles cuando transitamos en la moto. Retrieved May 26, 2021, from Pruebaderuta.com website: <https://www.pruebaderuta.com/ser-mas-visibles-cuando-transitamos-en-la-moto.php>

[5] OMS | 1100 millones de personas corren el riesgo de sufrir pérdida de audición. (2015). Retrieved from <https://www.who.int/mediacentre/news/releases/2015/ear-care/es/>

[6] Treviño S. Consejos para prevenir accidentes viales. Gaceta INSP [Internet]. 2017 [Consultado 13 jun 2018].

Disponible en: <https://www.insp.mx/gaceta-insp/vol-1.html>

[7] Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), Accidentes de Tránsito Terrestre en Zonas Urbanas y Suburbanas, México, 2020. Disponible en: [https://www.inegi.org.mx/app/tabulados/interactivos/?px=ATUS\\_4&bd=ATUS](https://www.inegi.org.mx/app/tabulados/interactivos/?px=ATUS_4&bd=ATUS)

[8] CDMX, S. de S. C. (s/f). Reglamento de Tránsito. Recuperado el 1 de junio de 2021, de Gob.mx website:

<https://www.ssc.cdmx.gob.mx/organizacion-policial/subsecretaria-de-control-detranito/reglamento-de-transito>

[9] A. (2021, 4 octubre). Qué es un Servomotor y para qué sirve. aula21 | Formación para la Industria. <https://www.cursosaula21.com/que-es-un-servomotor/>

[10] Gasquet, H. L. Manual de Sistemas Fotovoltaicos. Austin. 2008

[11] Manual Fotovoltaico. (2009, 5 agosto).  
Issuu. [https://issuu.com/accionsustentable/docs/manual\\_fotovoltaico](https://issuu.com/accionsustentable/docs/manual_fotovoltaico)

[12] ¿Qué es un controlador de carga? Características y tipos de controlador de carga. (s. f.). Auto solar.

<https://autosolar.pe/blog/aspectos-tecnicos/que-es-un-regulador-de-carga-caracteristicas-y-tipos>

[13] Auto solar | La Tienda de la Energía Solar. (s. f.).  
Auto solar. [https://autosolar.pe/images/grafica\\_mppt](https://autosolar.pe/images/grafica_mppt)

[14] ¿Qué es LED COB? Tecnología de Iluminación. (s. f.).  
Nexia. <http://www.nexia.mx/es/blog/que-es-led-cob-tecnologia-iluminacion>

[15] García, A. (2018, 21 agosto). **【LEDS COB】** - Lo que debes saber sobre este tipo de LED. COMPRALEDS. <https://compraleds.com/tipos-de-leds-queexisten/leds-cob/>

[16] Tiziano Fiorenzani. Sacado de:  
[https://github.com/tizianofiorenzani/ros\\_tutorials/blob/master/laser\\_scanner\\_tfmini/3dprint/TfMini%20Bracket.STL](https://github.com/tizianofiorenzani/ros_tutorials/blob/master/laser_scanner_tfmini/3dprint/TfMini%20Bracket.STL)