



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

“Implementación de un sistema de iluminación y confort para una bicicleta a través de electrónica de bajo costo y softwares libres para brindar comodidad y visualización de maniobras de dirección a ciclistas en la empresa easymovil.”

Quilumbaquin Quilumbaquin, Alexis Ronaldo

Departamento de Eléctrica y Electrónica

Carrera de Tecnología en Electromecánica

Monografía, previo a la obtención del título de Tecnología en Electromecánica

Ing. Culqui Tipan, Javier Fernando

Latacunga

05 de Marzo del 2021

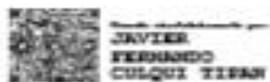


**DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
CARRERA DE TECNOLOGÍA EN ELECTROMECAÁNICA**

CERTIFICACIÓN

Certifico que la monografía, "Implementación de un sistema de iluminación y confort para una bicicleta a través de electrónica de bajo costo y softwares libres para brindar comodidad y visualización de maniobras de dirección a ciclistas en la empresa easymovil" fue realizado por el Señor **Quilumbaquin Quilumbaquin Alexis Ronaldo** la cual ha sido revisada y analizada en su totalidad por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Latacunga, 09 de Marzo del 2021



Firma:

.....
Ing. Culqui Tipan, Javier Fernando

C. C. 0503006454



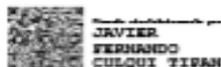
Reporte de verificación

Document Information

Analyzed document	Tesis Alexis Quilumbaquin.pdf (D97036023)
Submitted	3/2/2021 11:54:00 PM
Submitted by	
Submitter email	arquilumbaquin@espe.edu.ec
Similarity	2%
Analysis address	jfcuqui.espe@analysis.orkund.com

Sources included in the report

W	URL: https://www.madridiario.es/noticia/470346/recomendamos/baterias-18650-caracterist ... Fetched: 3/2/2021 11:55:00 PM		1
W	URL: https://www.ambientum.com/enciclopedia_medioambiental/energia/conversion_de_energi ... Fetched: 3/2/2021 11:55:00 PM		2
W	URL: https://www.significados.com/energia-mecanica/ Fetched: 3/2/2021 11:55:00 PM		1
W	URL: http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/14236/1/67834_1.pdf Fetched: 1/19/2021 8:05:31 PM		1
W	URL: http://www.tecnologiayeducacion.com/tag/thomas-edison/ Fetched: 3/2/2021 11:55:00 PM		2
W	URL: https://programarfacil.com/blog/arduino-blog/resistencia-pull-up-y-pull-down/ Fetched: 3/2/2021 11:55:00 PM		1
W	URL: https://www.barcelonaed.com/blog/informacion-led/ugr-indice-deslumbramiento-uniff ... Fetched: 3/2/2021 11:55:00 PM		1
W	URL: https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/06/NTE-INEN- ... Fetched: 3/2/2021 11:55:00 PM		1
W	URL: https://www.ideus.com/es/blog/que-es-la-carga-rapida-para-movil Fetched: 3/2/2021 11:55:00 PM		1
W	URL: https://www.nubbeo.com.ar/productos/cargador-bateria-litio-ion-tp4056-1a-microusb- ... Fetched: 3/2/2021 11:55:00 PM		1



Ing. Javier Fernando Culqui Tipan
CC. 0503006454



**DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
CARRERA DE TECNOLOGÍA EN ELECTROMECAÁNICA**

RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA

Yo, Quilumbaquin Quilumbaquin Alexis Ronaldo, con cédula/cedulas de ciudadanía n°1727992123, declaro que el contenido, ideas y criterios de la monografía: **"Implementación de un sistema de iluminación y confort para una bicicleta a través de electrónica de bajo costo y softwares libres para brindar comodidad y visualización de maniobras de dirección a ciclistas en la empresa easymovil"** es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Latacunga, 05 de Marzo del 2021

Firma

Quilumbaquin Quilumbaquin Alexis Ronaldo

C.C.: 1727992123



**DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
CARRERA DE TECNOLOGÍA EN ELECTROMECAÁNICA**

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Yo **Quilumbaquin Quilumbaquin Alexis Ronaldo** autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar la monografía: **"Implementación de un sistema de iluminación y confort para una bicicleta a través de electrónica de bajo costo y softwares libres para brindar comodidad y visualización de maniobras de dirección a ciclistas en la empresa easymovil"** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Latacunga, 05 de Marzo del 2021

Firma:

Quilumbaquin Quilumbaquin Alexis Ronaldo

C.C.: 1727992123

DEDICATORIA

Para mis padres Gabriel y Delia por haberme apoyado en todo momento, por ayudarme con los recursos necesarios para continuar con mis estudios y ayudarme a concluir esta etapa de mi vida, por sus consejos y por la confianza que depositaron en mí, pero sobre todo su amor incondicional.

A mis hermanos Rocío y Jefferson por el apoyo que siempre me brindaron día a día durante el transcurso de mi carrera universitaria.

A mi abuelitos quienes me brindaron sus enseñanzas necesarias para poder superar cualquier obstáculo que tuviera en mi vida.

Alexis Quilumbaquin

AGRADECIMIENTO

Agradezco de una manera muy especial a toda mi familia quienes siempre confiaron en mí y supieron brindarme palabras de aliento para seguir siempre adelante.

A mi tutor de tesis Ing. Javier Culqui por su gran apoyo y entusiasmo en el desarrollo de este proyecto.

A mi novia, compañeros y amigos con los que he compartido grandes momentos

Alexis Quilumbaquin

ÍNDICE DE CONTENIDO

CARÁTULA	1
CERTIFICACIÓN	2
URKUND.....	3
RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA	4
AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN	5
DEDICATORIA	6
AGRADECIMIENTO	7
ÍNDICE DE CONTENIDO	8
ÍNDICE DE FIGURAS	12
ÍNDICE DE TABLAS	15
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	16
RESUMEN	17
ABSTRACT	18
Planteamiento del problema de investigación	19
Antecedentes	19
Planteamiento del problema.....	20
Justificación	20
Objetivos	21
<i>Objetivo General</i>	21
<i>Objetivos Específicos</i>	21
Alcance	22
Fundamentación teórica	23
Elementos principales del sistema de iluminación	23
Baterías eléctricas	24
<i>Baterías de litio</i>	24

<i>Pilas 18650</i>	25
Conversión de energía	25
Conversión de energía mecánica a eléctrica	26
Generación de energía eléctrica por pedaleo	27
<i>Generación de electricidad con una bicicleta por poleas</i>	27
<i>Generación de electricidad con una bicicleta por estrella</i>	28
<i>Generación de electricidad con una bicicleta por fricción</i>	29
<i>Ventajas y desventajas de cada propuesta</i>	30
<i>Polea</i>	30
<i>Estrella</i>	30
<i>Fricción</i>	31
<i>Dinamo</i>	32
<i>Dinamos de botella</i>	32
Luces de maniobra	33
<i>Lúmenes</i>	34
<i>Luxes</i>	34
<i>Luces LED</i>	34
<i>Ventajas de las luces LED en bicicletas</i>	34
Sistemas de control para sistemas eléctricos y electrónicos	35
<i>Controles dimmer</i>	35
<i>Resistencias pull up</i>	36
<i>Resistencias pull down</i>	37
Dimensionamiento y diseño del circuito electrónico	39
Dimensionamiento de luces LED	39
<i>Cálculo reacción y frenado</i>	39
<i>Cálculo de lúmenes y luxes adecuados para el sistema</i>	42

<i>Selección de luces led delanteras y traseras para el sistema.</i>	43
<i>Selección de luces led de maniobra para el sistema</i>	46
Diseño del circuito para controlar luces led altas y bajas.....	52
Diseño del circuito de control para luces de direccionamiento	55
Diseño del circuito de luces de parqueo mediante pulsador	56
Diseño y programación del circuito electrónico.....	58
Dimensionamiento de baterías	63
<i>Cálculo del consumo total del sistema</i>	64
<i>Cálculo de la intensidad total que requiere el sistema</i>	68
<i>Selección de las baterías de litio para el sistema</i>	71
Diseño de un circuito rectificador de corriente para el dinamo	74
Diseño del circuito de carga y descarga para el banco de baterías	81
<i>Diseño del circuito de carga</i>	82
<i>Diseño del circuito de descarga</i>	84
<i>Diseño de la placa PCB del circuito de carga y descarga</i>	85
Modelado de piezas 3d para el sistema	87
Diseño de piezas 3D mediante software CAD/CAM para luces led	87
Diseño de piezas 3D mediante software CAD/CAM para placas PCB.....	89
Impresión 3D de las piezas modeladas	90
Diseño de placas en acrílico	92
Pruebas del sistema y costos de inversión.....	93
Funcionamiento de luces led delanteras	93
Cumplimiento de iluminancia requerida	95
Funcionamiento de luces led de maniobra en el día y la noche.....	96
Funcionamiento de luces led de freno.....	98
Funcionamiento de carga del sistema mediante la dinamo	100

Funcionamiento de carga del celular mediante USB	102
Tiempo de carga total del banco de baterías	104
Tiempo de autonomía real con todas las cargas activas	105
Costos de inversión	106
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	111
Conclusiones	111
Recomendaciones	112
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	113
ANEXOS	121

Anexo A. Simulación de control de luces led mediante pulsadores

Anexo B. Diseño PCB para el control de luces con pulsadores

Anexo C. Modelado 3D de cajas para acoplar el sistema de iluminación

Anexo D. Impresión en 3D de las cajas modeladas

Anexo E. Ensamblar las cajas 3D y componentes del sistema

Anexo F. Realización de pruebas de funcionamiento del sistema

Anexo G. Planos de cajas 3D para impresión 3D con filamento PETG

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1. Esquema básico del sistema de asistencia eléctrica.....</i>	<i>24</i>
<i>Figura 2. Ciclos termodinámicos.....</i>	<i>26</i>
<i>Figura 3. Generador eléctrico a mano.....</i>	<i>27</i>
<i>Figura 4. Representación por poleas.....</i>	<i>28</i>
<i>Figura 5. Representación por estrella.....</i>	<i>29</i>
<i>Figura 6. Representación por rodillos y fricción.....</i>	<i>29</i>
<i>Figura 7. Sistema dinamo de botella.....</i>	<i>32</i>
<i>Figura 8. Luces de maniobra trasera.....</i>	<i>33</i>
<i>Figura 9. Control dimmer.....</i>	<i>36</i>
<i>Figura 10. Configuración pull up.....</i>	<i>37</i>
<i>Figura 11. Configuración pull down.....</i>	<i>38</i>
<i>Figura 12. Circuito de los LEDS conectados en paralelo.....</i>	<i>50</i>
<i>Figura 13. Simulación en Tinkercad, control de luces altas y bajas.....</i>	<i>53</i>
<i>Figura 14. Programación en arduino, encendido y apagado de luces led..</i>	<i>54</i>
<i>Figura 15. Programación , encendido y apagado de luces led.....</i>	<i>54</i>
<i>Figura 16. Programación , encendido y apagado con pulsadores.....</i>	<i>55</i>
<i>Figura 17. Programación en arduino, control luces direccionales.....</i>	<i>56</i>
<i>Figura 18. Circuito de control de luces de parqueo.....</i>	<i>57</i>
<i>Figura 19. Programación en arduino del control de luces de parqueo.....</i>	<i>57</i>
<i>Figura 20. Programación,control de luces de parqueo.....</i>	<i>58</i>
<i>Figura 21. Diagrama del circuito electrónico conexión de pulsadores.....</i>	<i>59</i>
<i>Figura 22. Diagrama del circuito electrónico conexión de transistores.....</i>	<i>59</i>
<i>Figura 23. Diagrama unifilar del circuito electrónico.....</i>	<i>62</i>
<i>Figura 24. Circuito para la fabricación PCB del sistema electrónico.....</i>	<i>62</i>
<i>Figura 25. Circuito para la fabricación de placa PCB de los pulsadores....</i>	<i>63</i>

Figura 26. Diagrama esquemático del circuito inversor de voltaje.....	81
Figura 27. Diagrama esquemático del circuito inversor de voltaje en pcb.	81
Figura 28. Esquema de conexión para cargar el banco de baterías.....	83
Figura 29. Esquema de conexión de descarga del banco de baterías.....	85
Figura 30. Diseño de la placa PCB del circuito de carga y descarga.....	86
Figura 31. Diseño de caja 3D para luces led de dirección y freno.....	87
Figura 32. Diseño de caja 3D para luces delanteras y soportes	88
Figura 33. Diseño de caja 3D para luces led de freno y soportes.....	89
Figura 34. Diseño de caja 3D para placa PCB	89
Figura 35. Diseño de caja 3D para botoneras.....	90
Figura 36. Impresión 3D mediante software Ultimaker Cura.....	90
Figura 37. Impresión 3D con filamento PETG y 40% de relleno.....	91
Figura 38. Diseño 2D para corte laser de acrílico	92
Figura 39. Distancia de iluminacion de las luces delanteras.....	94
Figura 40. Funcionamiento de la luz trasera.....	95
Figura 41. Rango de funcionamiento de la luz led trasera.....	96
Figura 42. Funcionamiento de las luces led de parqueo en la noche	97
Figura 43. Funcionamiento de las luces led de parqueo en el día.....	98
Figura 44. Funcionamiento de las luces led de freno en la noche.....	99
Figura 45. Funcionamiento de las luces led de freno en el día.....	100
Figura 46. Funcionamiento de carga mediante la dinamo	101
Figura 47. Proceso de carga mediante el pedaleo	102
Figura 48. Funcionamiento de carga de un celular.....	103
Figura 49. Funcionamiento de carga de un celular con todas las cargas	103
Figura 50. Banco de baterias descargado.....	104
Figura 51. Tiempo de carga del banco de baterias	105

Figura 52. Tiempo inicial de descarga del banco de baterías 105

Figura 53. Tiempo final de descarga del banco de baterías 106

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. Datasheet del diodo emisor led de alta potencia.....</i>	44
<i>Tabla 2. Datasheet luz trasera.....</i>	45
<i>Tabla 3. Datasheet Chips intermitentes.....</i>	46
<i>Tabla 4. Datasheet diodos emisores de luz de potencia.....</i>	48
<i>Tabla 5. Datasheet luz led de freno tipo Forfar.....</i>	51
<i>Tabla 6. Características de la batería 18650.....</i>	71
<i>Tabla 7. Características de la dínamo.....</i>	75
<i>Tabla 8. Datasheet del diodo 1N4002.....</i>	78
<i>Tabla 9. Datasheet del regulador de voltaje.....</i>	80
<i>Tabla 10. Características del módulo de carga.....</i>	82
<i>Tabla 11. Características del módulo elevador de voltaje.....</i>	84
<i>Tabla 12. Distancia de iluminacion de faros de autos.....</i>	93
<i>Tabla 13. Distancia de iluminacion de las luces delanteras.....</i>	94
<i>Tabla 14. Distancias a las que se divisan las luces de maniobra.....</i>	97
<i>Tabla 15. Distancias a las que son divisadas las luces de freno.....</i>	99
<i>Tabla 16. Proceso de carga del sistema mediante el pedaleo</i>	101
<i>Tabla 17. Costos Primarios.....</i>	107
<i>Tabla 18. Costos Secundarios.....</i>	109
<i>Tabla 19. Costos Totales.....</i>	110

ÍNDICE DE ECUACIONES

<i>Ecuación 1. Distancia de reacción.....</i>	<i>40</i>
<i>Ecuación 2. Tiempo de frenado.....</i>	<i>40</i>
<i>Ecuación 3. Distancia de frenado</i>	<i>41</i>
<i>Ecuación 4. Área.....</i>	<i>42</i>
<i>Ecuación 5. Luxes.....</i>	<i>43</i>
<i>Ecuación 6. Ley de ohm.....</i>	<i>47</i>
<i>Ecuación 7. Resistencia.....</i>	<i>48</i>
<i>Ecuación 8. Resistencia de base.....</i>	<i>60</i>
<i>Ecuación 9. Consumo.....</i>	<i>64</i>
<i>Ecuación 10. Intensidad en tiempo.....</i>	<i>68</i>
<i>Ecuación 11. Intensidad total.....</i>	<i>70</i>
<i>Ecuación 12. Energía total.....</i>	<i>73</i>
<i>Ecuación 13. Capacidad de carga</i>	<i>73</i>
<i>Ecuación 14. Voltaje eficaz.....</i>	<i>75</i>
<i>Ecuación 15. Voltaje pico de salida.....</i>	<i>76</i>
<i>Ecuación 16. Voltaje corriente continúa.....</i>	<i>76</i>
<i>Ecuación 17. Intensidad del diodo.....</i>	<i>77</i>
<i>Ecuación 18. Capacitancia.....</i>	<i>79</i>

RESUMEN

El presente proyecto consiste en la implementación de un sistema de iluminación y confort para una bicicleta mediante electrónica de bajo costo para brindar comodidad y soluciones de maniobras de direccionamiento a ciclistas en la empresa easymovil. El objetivo principal del sistema es proporcionar visibilidad de las maniobras de direccionamiento que realizan los ciclistas en rutas de cicleadas, bajo el criterio de aporte a la posibilidad de reducción de accidentes de tránsito por falta de visibilidad de los conductores a los ciclistas. El sistema está formado por diferentes componentes como: luces led, circuitos de control, pulsadores de salida, banco de baterías, carga USB y sistema de audio. El dimensionamiento de las luces led se sustenta principalmente en el cálculo de reacción y frenado, estableciendo así un rango de visibilidad. El circuito de control se lo diseña y simula mediante software libres de simulación, el control de las luces led se lo realiza mediante pulsadores de salida que se encuentran en el manubrio de la bicicleta y conectados al circuito de control. En atención al confort del ciclista se colocan un USB para cargar el celular y un parlante para mejorar la experiencia al realizar esta actividad. Todo el sistema funciona mediante un banco de baterías recargables de litio, el cual usa un cargador convencional de 5 voltios o un dinamo que mediante el pedaleo y un circuito inversor mantiene el banco de baterías cargado. El sistema cargado brinda 3 horas de autonomía y el tiempo de carga es de 9 horas, el acople del sistema se lo realiza mediante cajas impresas en 3D con tapas con encajes herméticos. La bicicleta con el sistema pesa 10 kg delimitando su uso en rutas con caminos en mal estado.

PALABRAS CLAVES:

- **CONTROLADORES**
- **SISTEMA DE ILUMINACIÓN**
- **MODELADO 3D**

ABSTRACT

The project consists of the implementation of a lighting and comfort system for a low-cost electronic bicycle to provide comfort and steering maneuvering solutions to cyclists at easymovil company. The main objective of the system is to provide visibility of the maneuvers carried out by cyclists in night cycle routes, under the criterion of bearing the possibility of reducing traffic accidents due to lack of visibility of drivers to cyclists. The system is made up of different components such as: LED lights, control circuits, exit buttons, battery bank, USB charging and audio system. The sizing of LED lights, is mainly based on the calculation of reaction and braking, thus establishing a range of visibility. The control circuit is designed and simulated by means of free simulation software, the control of the LED lights is carried out by means of exit buttons that are located on the handlebar of the bicycle and connected to the control circuit. In attention to the comfort of the cyclist, a USB is placed to charge the cell phone and a speaker to improve the experience when doing this activity. The whole system works by means of a lithium rechargeable battery bank which uses a conventional 5 volt charger or a dynamo that, through pedaling and an inverter circuit, keeps the battery bank charged. The charged system provides 3 hours of autonomy and the charging time is 9 hours, the coupling of the system is done by means of 3D printed boxes with lids with hermetic fittings. The bicycle with the system weighs 10 Kg, limiting its use on routes with poor roads.

KEYWORDS:

- **CONTROLLERS**
- **LIGHTING SYSTEM**
- **3D MODELING**

1. Planteamiento del problema de investigación

Tema:

Implementación de un sistema de iluminación y confort para una bicicleta a través de electrónica de bajo costo y softwares libres para brindar comodidad y visualización de maniobras de dirección a ciclistas en la empresa easymovil.

1.1. Antecedentes

La movilidad es uno de los factores más influyentes en el desarrollo de un ciudad o espacios urbanísticos, al existir una movilidad planificada y ordenada se fomenta la interacción entre los ciudadanos y usuarios de los diferentes medios de transporte, incentivando las buenas costumbres que llevan a una ciudad a ser más amigable y armoniosa; dicha movilidad ha traído consigo diferentes tipos de alternativas para transportarse. En la actualidad las ciudades han venido enfrentando un problema de movilidad debido al incremento vertiginoso del parque automotor. El tráfico es cada vez más caótico y las medidas aplicadas para dar soluciones a este problema han sido insuficientes, es por eso que se da prioridad a la bicicleta como medio más fiable de transporte, pero dicho beneficio trae consigo muchas desventajas debido a que no cuenta con la visualización de maniobras de dirección (diurna y/o nocturna).

Existen algunas referencias que brindan posibles soluciones a este problema, se los citan a continuación:

Se desarrolló el proyecto Aura, que son una serie de luces LED, que son alimentadas por un dínamo, el que va generando la luz en medida de la velocidad de pedaleo, creados para ayudar a evitar accidentes nocturnos en bicicleta. El Proyecto Aura, no reemplaza a los focos, así que más bien es un complemento de seguridad, que junto al casco y el foco puede

ayudar a mejorar la calidad del viaje a muchos ciclistas en el mundo.
(Benitez, 2014)

Se desarrolla el proyecto Bici-Luces, el cual maneja la frecuencia de apagado y encendido de los Leds en la cinta de Leds mediante un programa que transforma imágenes a datos que la tarjeta arduino necesita para establecer una imagen cuando las llantas de la bicicleta se encuentren en movimiento, llamando persistencia de la visión aportando de esta manera a evitar posibles riesgos de accidentes por falta de visibilidad en las cicleadas. (Perez, 2017)

1.2. Planteamiento del problema

Si bien es cierto la bicicleta es un medio de transporte de moda por ser sostenible, económico y que aporta en gran medida a tener un ambiente menos contaminado, presenta un sin número de dificultades que resultan ser perjudiciales para quienes la utilizan. El problema más trascendental es la falta de visibilidad de maniobras de direccionamiento al realizar dicha actividad, pudiendo reflejarse esta, en cifras de personas que sufren trágicos accidentes y que en el peor de los casos llegan a perder la vida.

El propósito del proyecto es abastecer un sistema de iluminación capaz de contrarrestar la falta de visibilidad al realizar maniobras de direccionamiento. De esta manera brindando en parte protección al ciclista y mejorar así esta actividad.

1.3. Justificación

La presente investigación hace alusión a los accidentes de tránsito en el ciclismo, ya que el ciclista está propenso a sufrir diferentes tipos de accidentes de tránsito por falta de señalización y visibilidad.

El sistema de iluminación brindara visibilidad al ciclista permitiéndole así realizar las maniobras de direccionamiento e iluminación evitando accidentes, además mediante aparatos eléctricos y modelado 3D se tratara de mejorar el confort en la cicleada.

El sistema de iluminación nocturna de una bicicleta es inexistente en el país y dicha investigación será favorable a personas que utilizan este vehículo como transporte, reduciendo el riesgo que implica circular sin señalización e iluminación. Los resultados mejoraran la seguridad de un ciclista así como brindara una mejor experiencia al realizar esta actividad.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

- Implementar un sistema de iluminación y confort para una bicicleta a través de electrónica de bajo costo y software libres para brindar comodidad y visualización de maniobras de dirección a ciclistas en la empresa easymovil.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Analizar las características y requerimientos necesarios para un sistema de iluminación en una bicicleta
- Diseñar un sistema eléctrico – electrónico del dispositivo para satisfacer las condiciones de iluminación en una bicicleta
- Modelar la estructura mecánica para la adaptación del sistema mediante software CAD/CAM
- Realizar pruebas de funcionamiento para verificar el correcto funcionamiento de la investigación propuesta

1.5. Alcance

Con la presente investigación se pretende extender una alternativa de direccionamiento en una bicicleta así como su visibilidad en el día y la noche mediante iluminación LED y controles dimmer fundamentados en electrónica de bajo costo.

Por otra parte, con el afán de mejorar el confort a la movilidad sobre una bicicleta, se implementara un sistema de sonido por medio de un acople de parlantes con conexión a cualquier tipo de dispositivo

Si bien la duración de batería podría convertirse en un problema, se dimensionara un sistema energético que utilice la energía rotacional que genera las llantas en el funcionamiento de este medio de transporte como parte del sistema de carga.

Finalmente, antes de la construcción del proyecto, se realizara un modelado industrial pieza a pieza a través de software CAD-/CAM, aporte que validara técnicamente los diseños propuestos.

2. Fundamentación teórica

Este capítulo pretende hacer referencia al marco teórico, donde se recopilan conceptos y definiciones de diferentes autores sobre los términos de sistemas de asistencia eléctrica, formas de transformar energía, acumuladores de energía y circuitos electrónicos que permitan tener un control de los temas antes expuestos y mediante a dichas definiciones de autores realzar nuestro proyecto eficientemente.

2.1. Elementos principales del sistema de iluminación

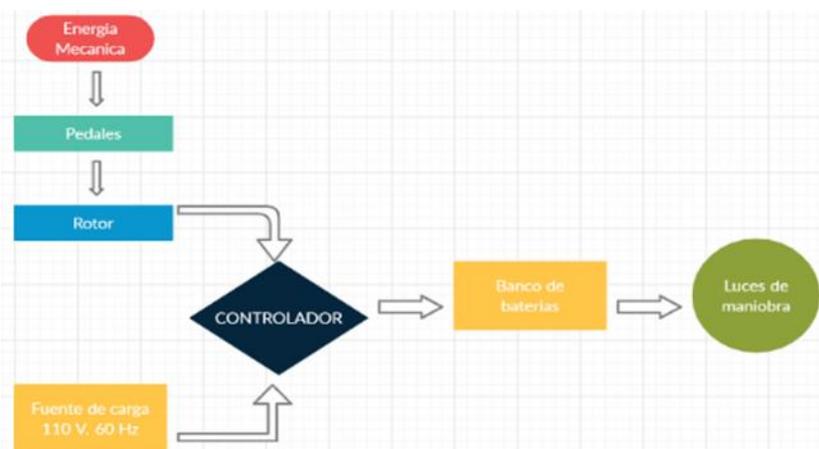
Los principales elementos que ayudaran a la construcción de este sistema son los del tipo acumulativo, lumínico y electrónico, por lo que se toman en cuenta diversas características para establecer la capacidad energética del sistema, su eficiencia y el presupuesto para la construcción adecuada del mismo. Estos parámetros son:

- El tipo de iluminación, pues esto define la capacidad lumínica eficiente para el sistema
- El tipo de batería, con lo que es posible definir la capacidad energética y la eficiencia del sistema
- El controlador electrónico, el cual protegerá al sistema de baterías y dispositivos auxiliares

En la figura 1., se puede apreciar un esquema básico del sistema de iluminación en el cual se considera los 3 elementos principales antes mencionados.

Figura 1.

Esquema básico del sistema de asistencia eléctrica



Nota: Diagrama de bloques en el que se describe el sistema electrónico a implementar.

2.2. Baterías eléctricas

“Las baterías se pueden clasificar por tres características principales: la cantidad de energía de almacenamiento (Wh), la corriente máxima para entregar en descarga (A) y la densidad de descarga que pueden soportar.” (Esteban, 2019)

Tomando en cuenta los conceptos citados anteriormente es posible definir una batería del tipo recargable con una composición de litio, el cual será utilizado dentro del sistema de iluminación a implementar

2.2.1. Baterías de litio

“Existen tres tipos de baterías de iones de litio a base de materiales catódicos diferentes como el óxido de cobalto, óxido de manganeso y fosfato de hierro.” (Admin, 2014)

Dichas baterías son también denominadas batería Li-Ion, pilas recargables con dos o más celdas donde están separados los iones de litio, cuando funciona en modo de descarga los iones de una y otra celda se combinan químicamente para formar el

elemento estable, la combinación produce energía que es la que se aprovecha, cuando se agota la batería es porque todos los iones están en su estado fundamental y no quedan más para seguir cambiándose.

2.2.2. Pilas 18650

“Son baterías de litios recargables muy ligeros, pero con una elevada capacidad energética y resistencia a la descarga y con poco efecto memoria. También son capaces de soportar un elevado número de ciclos.” (Madridiario, 2019)

El voltaje de la pila 18650 es de 3.7 V

El amperaje de la pila 18650 es de 1.600-3.600 mAh (aproximadamente)

2.3. Conversión de energía

Tal y como postula el primer Principio de la Termodinámica, la energía no se crea ni se destruye, simplemente se transforma:

“La energía puede transformarse de una forma a otra, como por ejemplo de electricidad a calor o de calor a electricidad. Aunque esto no significa que sea éste un proceso fácil y tampoco que las conversiones serán más costosas.” (Ambientum, 2016)

Sin embargo, los seres humanos a lo largo de su historia han inventado diversos artefactos que posibilitan también la conversión energética mejorando de esta manera el transcurso de la vida diaria en base a fundamentaciones eléctricas y termodinámicas. (Ver figura 2.).

Figura 2.*Ciclos termodinámicos*

CICLOS TERMODINÁMICOS					
Energía Inicial	Química	Radiante	Convertida a eléctrica	Mecánica	Calor
Nuclear	-	-	-	-	Reactor
Química	-	-	Célula combinada	-	Combustión
-	-	-	Descarga batería	-	Caldera
Radiante	Fotólisis	-	Célula fotov.	-	Placa solar
Eléctrica	Electrólisis	Bombilla	-	Motor	Resistencia
-	Carga bater.	Láser	-	Electrotecnia	Bomba calor
Mecánica	-	-	Generador eléct.	Turbina	Fricción
-	-	-	Generador minihidráulica	-	Agitación
Calor	-	-	Generador	Máquina	Convertor
-	-	-	Termoeléctrica	Térmica	Intercambio de calor
-	-	-	Termoiónica	-	-

Nota: La generación de electricidad más común por medio de la energía mecánica son la turbina y por fricción.(Ambientum, 2016)

2.4. Conversión de energía mecánica a eléctrica

“Definimos como energía mecánica a la capacidad de un cuerpo de generar movimiento y de realizar un trabajo mecánico. Se produce cuando una fuente de energía se gasta para crear el movimiento físico de un objeto.” (Significados, 2017)

En el caso de un ser humano, el cuerpo quema nutrientes de los alimentos, que se utilizan para realizar trabajos como pedalear en una bicicleta.

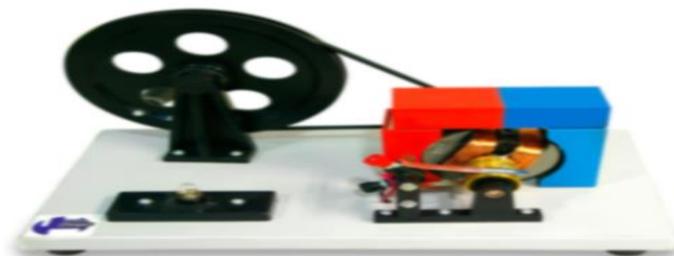
“Energía eléctrica es la forma de energía resultante de la existencia de una diferencia de potencial entre dos puntos, que permite establecer una corriente eléctrica entre ambos cuando se los pone en contacto por medio de un conductor eléctrico.”

(Wikipedia, 2020)

La energía mecánica se puede convertir en energía eléctrica a través de algún tipo de generador donde los imanes y las bobinas convierten el movimiento en Fuerza Electro Motriz (EMF), que generalmente se mide en voltios (V) (ver figura 3.)

Figura 3.

Generador eléctrico a mano



Nota: El generador está conectando mediante una polea a la manivela para transmitir el movimiento. (Zeigen, 2016)

2.5. Generación de energía eléctrica por pedaleo

La bicicleta puede verse como un tipo de máquina que nos permite transformar la energía motriz en trabajo, generada por las personas que la utilizan. La bicicleta es un medio de transporte ecológico, sin embargo, debido a su principio de funcionamiento es posible aprovecharla para generar energía eléctrica mientras nos transportamos de un lugar a otro. Mediante el acople de una bicicleta con un generador es posible generar energía eléctrica de tal manera que el banco de baterías continúe su carga cuando estas estén en descarga.

Partiendo de la pregunta de cómo generar energía aprovechando el movimiento rotatorio que se obtiene al utilizar una bicicleta se presentan las siguientes opciones:

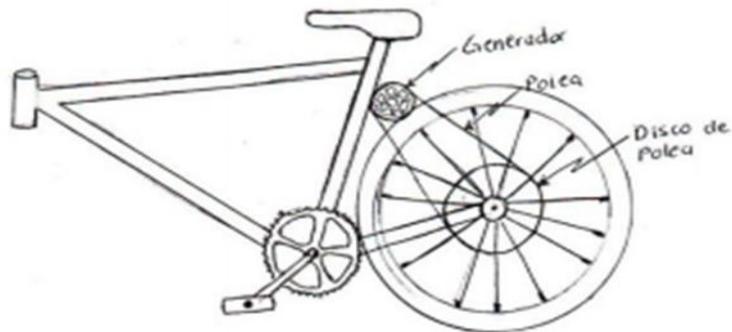
2.5.1. Generación de electricidad con una bicicleta por poleas

Consiste en utilizar un generador eléctrico, colocándolo en el cuadro de la bicicleta. Mediante algún soporte, instalando también dos discos, uno ubicado en la llanta trasera de la bicicleta y la otra en la flecha del

generador, los dos discos estarían conectados mediante una polea (ver figura 4.). (Andres, 2012)

Figura 4.

Representación por poleas

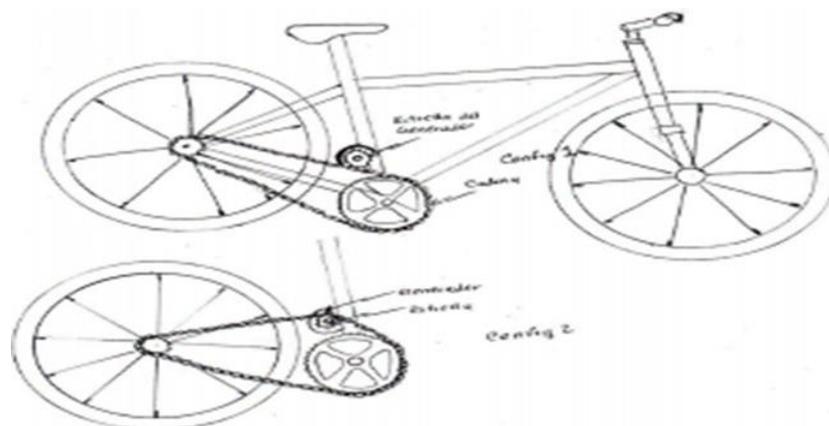


Nota: El generador se conecta mediante una polea al eje del neumático con la finalidad de aprovechar el movimiento de la misma. (Andres, 2012)

2.5.2. Generación de electricidad con una bicicleta por estrella

El método basa su funcionamiento en el pedaleo transmitiendo el movimiento de los pedales a los neumáticos mediante la cadena y las estrellas, se agrega una estrella colocándola en el cuadro de la bicicleta en contacto con la cadena.

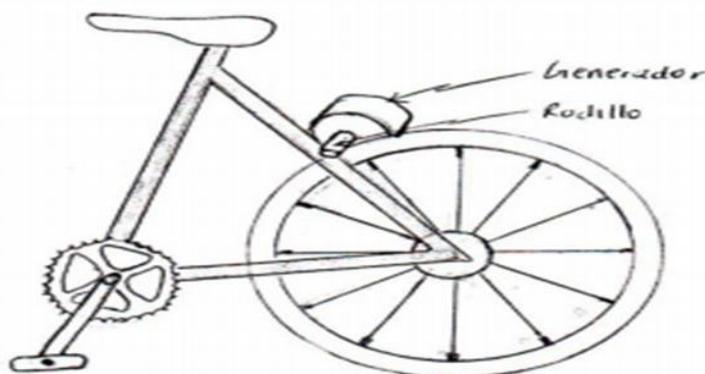
(Andres, 2012)

Figura 5.*Representación por estrella*

Nota: Se aprecia las dos configuraciones en estrella, la cadena de la bicicleta pasa por encima y debajo en base a la configuración de cada una. (Andres, 2012)

2.5.3. Generación de electricidad con una bicicleta por fricción

Consiste en la colocación de un generador en el cuadro de la bicicleta haciendo contacto con el neumático o bien fijar el generador en la tijera de la llanta para que el rodillo tenga un contacto con la llanta (ver figura 6.). (Andres, 2012)

Figura 6.*Representación por rodillos y fricción*

Nota: Los rodillos en fricción generan electricidad mediante el pedaleo. (Andres, 2012)

2.5.4. Ventajas y desventajas de cada propuesta

En base a la investigación anterior se realiza un análisis de cada concepto y así identificar sus posibles ventajas y desventajas. Con dicho análisis se generaliza más la idea de cada concepto y así considerar la mejor viabilidad para la generación de energía eléctrica mediante el pedaleo. Los puntos que se tomaron en consideración para llevar a cabo el análisis fueron la transmisión de movimiento de la bicicleta al generador, el tamaño del dispositivo y la facilidad de implementación.

2.5.4.1. Polea.

Ventajas:

- Se puede realizar la conversión de las velocidades de manera más eficiente al modificar los tamaños de los discos de las poleas.
- El espesor de los discos sería delgado, permitiendo en gran medida no modificar en gran escala la estructura principal de la bicicleta
- Para el usuario la carga de trabajo no sería tan elevada

Desventajas:

- La alineación correcta de los dos discos de la polea sería complicada por las dimensiones variables de cada bicicleta
- Por las dimensiones del generador colocado en el cuadro podría afectar la comodidad de pedaleo
- Con la unión de polea a polea es posible que en este se atore alguna prenda de vestir del usuario

2.5.4.2. Estrella.

Ventajas:

- La transmisión de movimiento sería superior

- El desgaste tanto de la bicicleta como de los componentes sería menor
- La fijación en la bicicleta sería más práctica y fácil

Desventajas:

- Complejidad al ajustar la estrella al eje del generador
- La probabilidad de daño por golpe aumentaría
- Al usar la estrella engrasada podría ensuciar al usuario

2.5.4.3. Fricción.

Ventajas:

- La forma en que se fija a la bicicleta es más fácil y eficiente
- La relación de la velocidad entre las RPM de la llanta y las RPM de la flecha del generador nos beneficiaría y esto podría aprovecharse en la generación de la energía eléctrica.
- Las dimensiones del generador podría reducirse

Desventajas:

- Si el ajuste entre la generador y la llanta es elevada y no analizada se puede agregar más carga de trabajo al usuario
- Debido a que existe contacto, la llanta se vería afecta en su desgaste acelerado
- Un especialista en el tema tendría que realizar la instalación del generador

En base a los análisis anteriores se optó por la generación de energía eléctrica utilizando una bicicleta por medio de la fricción, es decir un dinamo que cumplirá la función de generador en función al pedaleo. Su fijación sería más fácil y con el ángulo de posición correspondiente tendremos resultados positivos.

2.5.5. *Dinamo*

Es un generador eléctrico que transforma la energía mecánica en energía eléctrica debido a la rotación de cuerpos conductores en un campo magnético. Han sido utilizadas por ciclistas durante años ya genera energía eléctrica. Los ciclistas han podido circular por las noches por la carretera con una mínima iluminación.

“Es prácticamente un alternador, ya que consiste de un imán solidario al eje de giro, y una bobina estática, sin delgas, ni escobillas, que rectifican la corriente.”

(Wikipedia, 2020)

2.5.5.1. *Dinamos de botella*

Son los denominados tradicionales o de botella, su composición básicamente que el extremo del eje de la dinamo portaba un cabezal que se apoyaba en el neumático de una de las ruedas de la bicicleta, de tal forma que al girar la rueda consigo giraba el cabezal de la dinamo, la velocidad de la llanta era directamente proporcional a la de la dinamo (ver figura 7.)

Figura 7.

Sistema dinamo de botella



Nota: Dínamo empotrada a la llanta de una bicicleta con la finalidad de generar electricidad en base al movimiento rotacional de la misma. (Terra, 2006)

Para que se posible la carga de baterías, aprovechando el pedaleo en una bicicleta se opta por la utilización del dinamo de botella, para generar energía eléctrica en nuestro sistema de iluminación, debido a que dicho dispositivo es muy eficiente .Cabe mencionar que este tipo de dinamos se están dejando de usar por la aparición de nuevas tecnologías como las luces led, sin embargo la electricidad que produce es alterna por ende mediante sistemas de conversión electrónicos, los cuales se van a dimensionar obtendremos electricidad necesaria para cargar nuestro banco de baterías sin mencionar también que este dinamo es relativamente económico.

2.6. Luces de maniobra

Como se ve en la figura 8, las luces de maniobra son dispositivos lumínicos montados o instalados en la parte frontal, lateral y trasera de un vehículo en este caso una bicicleta con la finalidad de proveer de iluminación a su conductor para que la actividad sea realizada con seguridad en condiciones de poca luminosidad o baja visibilidad , aumentando así la claridad de la bicicleta y permitiendo a los demás usuarios de la vía informar sobre la presencia , posición , tamaño o dirección la bicicleta sobre las intenciones del usuario (conductor) en cuanto a dirección y velocidad.

Figura 8.

Luces de maniobra trasera



Nota: Luz led trasera, permite ver a un ciclista. (Gaizka, Corporativa.eu, 2017)

2.6.1. Lúmenes

Los lúmenes nos permiten comprar la cantidad de luz que deseemos. De manera que si quisiéramos adquirir las luces de maniobra debemos fijarnos en los lúmenes.

2.6.2. Luxes

Un lux es la unidad derivada del sistema internacional de unidades para la iluminancia o nivel de iluminación, equivale a un lumen/metro cuadrado.

“Es usado en la fotometría como medida de iluminancia, tomando en cuenta las diferentes longitudes de onda según la función de luminosidad, un modelo estándar de la sensibilidad a la luz del ojo humano” (Astudillo, 2015).

2.6.3. Luces LED

Diodo emisor de luz, es un elemento semiconductor solido de gran resistencia que al recibir una corriente eléctrica de muy baja intensidad es capaz de emitir luz de forma eficiente y con un alto rendimiento.

La vida útil de una lámpara LED es hasta 30 veces más que la de una lámpara incandescente, 25 veces más que la de un halógeno, 30 veces más que la de un tubo fluorescente y 3 veces más que la de una lámpara de bajo consumo. (Edison, 2012)

2.6.3.1. Ventajas de las luces LED en bicicletas.

Las luces LED nos brinda varias ventajas entre las que destacan el ahorro energético debido a su consumo bajo de energía eléctrica, pero existen otras características que resaltan el por qué su uso en bicicletas:

- Poseen baja tensión lo que les permite funcionar a 12v

- Impiden el riesgo de sufrir por daños por quemaduras ya que prácticamente no emiten calor
- Su vida útil es más larga, llegando inclusive a durar más de 60000 horas de luz
- Son más ecológicas , no emiten CO2
- Facilidad de regular la intensidad al gusto del usuario
- No requieren de conocimientos técnicos para su instalación y mantenimiento
- Se encienden rápidamente, sin tiempo de espera.

Ese tipo de luces son muy convenientes para las bicicleta ya que las luces serán más duraderas y amigables con el medio ambiente y el consumo de energía eléctrica es significativamente bajo , lo cual permitirá tener iluminación por más tiempo y con un gasto de energía eléctrica bajo.

2.7. Sistemas de control para sistemas eléctricos y electrónicos

Los sistemas de control son conexiones eléctricas o electrónicas para controlar y procesar la entrada de pulsos eléctricos en dispositivos simples o más complejos, en el caso de nuestro proyecto interpretar una señal digital en el arduino y que nos procese una salida HIGH (alta) o LOW (baja)

Tomando en consideración este punto se promueve la utilización de los controles dimmer y resistencias pull up y pull dow

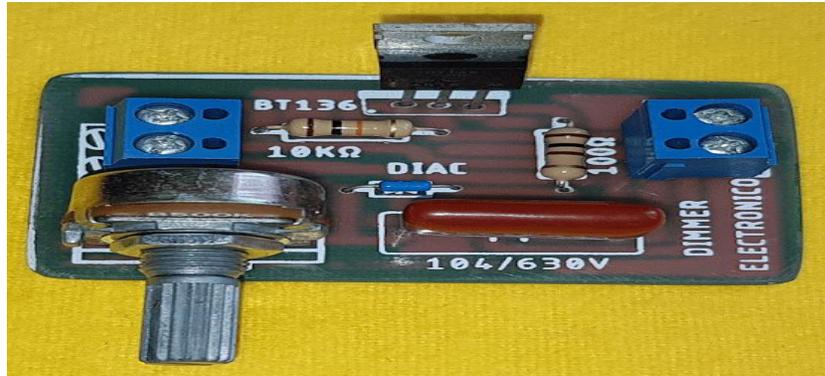
2.7.1. Controles dimmer

“Los controles dimmer son circuitos que varían la intensidad de la luz siempre que el foco o luz led”. (Espinoza, 2017)

Como se aprecia en la figura 9, se puede realizar dimmers convencionales y con un bajo costo mediante la utilización de electrónica básica

Figura 9.

Control dimmer

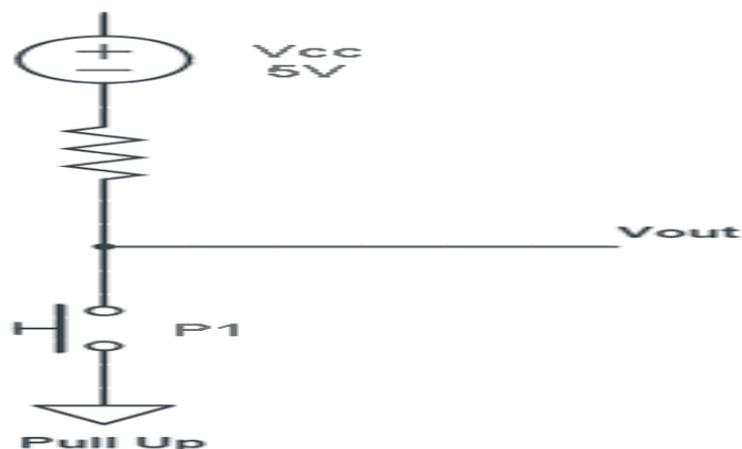


Nota: Circuito que hace alusión a un control dimmer sencillo en base a un potenciómetro. (Espinoza, 2017)

2.7.2. Resistencias pull up

Al adentrarnos en lo que es Arduino, debemos de tomar en consideración de este tipo de resistencias se suelen escuchar mucho pero no son especiales , de manera simplificada dichas resistencias establecen un estado lógico en un pin o entrada de un circuito lógico cuando se encuentra en estado reposo.

Teniendo claro que dichas resistencias nos brindan un estado lógico en base a la figura 10, podemos verificar el tipo de resistencia pull up. Cuando el circuito está en estado estático, presionando P1, el voltaje cae a 5V HIGH (alto). Por otro lado, cuando presionamos P1, todas las corrientes están conectadas a tierra y el voltaje cae a 0V LOW (bajo).

Figura 10.*Configuración pull up*

Nota: Esquema de conexión simple de la configuración pull up utilizando un pulsador.

(Hernandez, 2018)

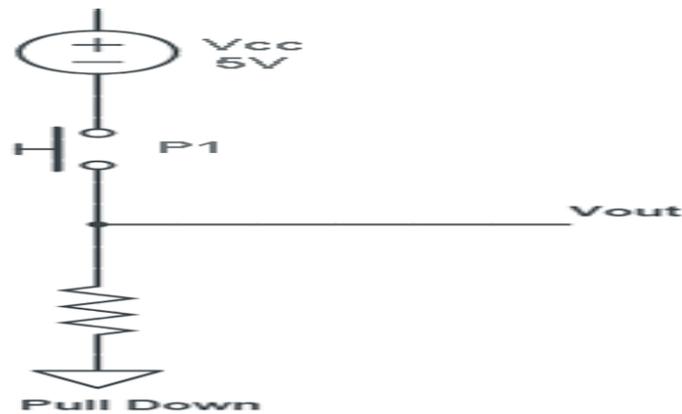
2.7.3. Resistencias pull down

En nuestro proyecto, cuando necesitemos utilizar entradas digitales, debemos tener en cuenta términos como resistencias pull-down. El botón es una entrada digital muy utilizada cuya función es cambiar el estado cuando se presiona. Mediante este cambio de estado, podemos hacer 0V o 5V en la entrada del micro controlador o Arduino

En la configuración desplegable, como se muestra en la Figura 11, podemos verificar que cuando el circuito está en reposo, la caída de voltaje a través de la resistencia es en realidad 0V LOW (bajo). Por otro lado, si presionamos la tecla P1, la corriente pasará y habrá una diferencia 5V HIGH (alto) potencial. Este es el uso normal de los estados HIGH y LOW.

Figura 11.

Configuración pull down



Nota: Circuito básico del funcionamiento de la configuración pull down utilizando un pulsador. (Hernandez, 2018)

Podemos utilizar resistencias con un valor de resistencia entre 1K y 10K, que dependerá de ciertos factores, como la frecuencia de cambio y la longitud del cable. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que cuanto mayor sea la resistencia al pull-up o pull down, más lenta será la respuesta del pin a los cambios de voltaje. (Hernandez, 2018).

3. Dimensionamiento y diseño del circuito electrónico

En este capítulo se detallan valores reales de funcionamiento en base al análisis y cálculos mediante ecuaciones para el correcto dimensionamiento de las luces led, banco de baterías y placas de circuitos impresos (PCB).

3.1. Dimensionamiento de luces LED

“El estándar ANSI / NEMA FL-1 es un protocolo de prueba que puede medir científicamente el brillo, el tiempo de funcionamiento y la resistencia al agua / impacto de las luces.” (ANSI/NEMA, 2015)

Podemos saber que la luz es realmente tan brillante como los fabricantes lo afirman. Por ende necesitaremos que las luces led a adquirir contengan certificación FL-1 para tener constancia de sean eficientes.

Para el dimensionamiento de las luces partiremos del punto en el que necesitamos luz alta, baja, parpadeó y direccionales .Esto con la finalidad de cumplir los siguientes requerimientos:

- Luces adecuadas para ser vistos
- Luces adecuadas para no deslumbrar a los conductores

Por esta razón se necesita determinar un valor mínimo de alumbramiento para que el dimensionamiento de las luces led sea eficiente.

3.1.1. *Cálculo reacción y frenado*

Para este requerimiento nos centramos en las avenidas principales rectas donde un vehículo puede circular desde 100 – 135 km/h (con riesgo de multa) y calculamos parámetros de reacción y frenado en base a valores estandarizados según estudios para saber la distancia mínima que tiene el ciclista para ser visto y evitar accidentes.

$$af = -3m/s^2$$

$$V_0 = \frac{135km}{h}$$

$$tr = 0.4 s$$

Donde:

af: aceleracion de frenado

V₀: velocidad inicial

tr = tiempo de reaccion

Transformamos la velocidad inicial a m/s

$$135 \frac{km}{h} * \frac{1000m}{km} * 1 \frac{h}{3600} = 37.5m/s$$

$$V_0 = 37.5m/s$$

Calculamos la distancia de reacci3n:

Ecuaci3n 1. *Distancia de reacci3n.*

$$S = V_0 * tr$$

$$S = 37.5 \frac{m}{s} * 0.4 s$$

$$S = 15 m \quad (\text{El auto ha recorrido } 15 m \text{ en } 0.4 s)$$

Calculamos el tiempo de frenado:

Ecuaci3n 2. *Tiempo de frenado*

$$af = Vf - V_0 / tf$$

$$tf = Vf - \frac{V_0}{af}$$

$$t_f = \frac{0 - 37.5\text{m/s}}{-3\text{m/s}^2}$$

$$t_f = 12.5 \text{ s}$$

Donde:

af: aceleracion de frenado

tf: tiempo de frenado

Vf: velocidad final

Vo: velocidad inicial

Calculamos distancia de frenado:

Ecuación 3. *Distancia de frenado*

$$s_f = s + V_o * t_f + \frac{1}{2} * a_f * t_f^2$$

$$s_f = 15\text{m} + \frac{37.5\text{m}}{\text{s}} * 12.5\text{s} + \frac{1}{2} * -3\text{m/s}^2 * (12.5\text{s})^2$$

$$s_f = 249.37 \text{ m}$$

Donde:

sf: distancia de frenado

s = distancia de reaccion

En base a los cálculos realizados se determina que la luz a dimensionar debe ser capaz de iluminar mínimo 300m para ser visibles y evitar accidentes.

3.1.2. *Cálculo de lúmenes y luxes adecuados para el sistema*

“El ojo humano percibe iluminancias entre 3 y 100.000 lux .Para desarrollar una actividad con comodidad requiere entre 100 y 1.000 lux, si sobrepasa este valor aparece el deslumbramiento” (B.LED, 2019)

Se debe considerar también los luxes y lúmenes máximos que puede proporcionar una luz led para evitar el deslumbramiento en los conductores.

Se utiliza el valor de 900 lúmenes porque en el mercado son valores con mayor demanda y con este valor estamos dentro del rango de confort visual y utilizaremos la siguiente fórmula para verificar el cumplimiento.

$$1lux = \frac{1 \text{ lumen}}{1 \text{ m}^2}$$

“Las vías de circulación vehicular deben tener un ancho mínimo, sin obstáculos, de 600 cm para circulación, adicional se recomienda la aplicación de un dimensionamiento de 1 200 mm para facilitar los desplazamientos sin problemas a todos los peatones” (INEN, 2018)

Mediante el ejercicio de reacción y frenado sabemos que la distancia mínima a la que podemos ser visibles son 300 metros

De acuerdo a estos datos calculamos el área de la avenida con la siguiente ecuación:

Ecuación 4.Área

$$A = B * H$$

$$A = 6m * 300m$$

$$A = 1800 \text{ m}^2$$

Donde:

A: área

B: ancho de la calle

H: largo de la calle

Cálculo de luxes:

Ecuación 5. *Luxes*

$$lux = \frac{lumen}{m^2}$$

$$lux = \frac{900 \text{ lumen}}{18000 \text{ m}^2}$$

$$lux = 0.05 \frac{lum}{m^2}$$

Realizamos regla de 3 simple para comprobar si estamos dentro del rango de confort visual

$$\begin{array}{ccc} 0.05 \text{ lux} & \longrightarrow & 1 \text{ m}^2 \\ & \swarrow & \searrow \\ & x & 18000 \text{ m}^2 \end{array}$$

$$x = 18000 * 0.05$$

$$x = 900 \text{ lux}$$

$$x = 900 \text{ lux} < 1000 \text{ lux}$$

3.1.3. Selección de luces led delanteras y traseras para el sistema.

En base a cálculos realizados se procede al dimensionamiento de la luz led mediante los siguientes datos:

certificacion: FL – 1

lumens: 900

distancia de iluminacion para ser vistos : 300m (minimo)

Se elige los diodos de alta potencia CREE XML XM-L T6, uno en funcionamiento cumplirá el rol de luz baja y los dos en funcionamiento cumplirán el rol de luz alta. Él diodo emisor led tiene 900 lúmenes y la distancia visible es de 300 a 500 metros (ver tabla 1.).

Tabla 1.

Datasheet del diodo emisor led de alta potencia.

Modelo	Características
CREE XML XM-L T6	Led: T6/L2
	Distancia de la irradiación: 300-500m
	Modos: Alto,bajo e intermitente
	Intensidad entrada: 0.85A
	Voltaje entrada: 3.7V
	Lumen: 900
	Certificacion: FL-1
	Tamaño: 113mm*48mm*29mm
	Peso neto: 148gr , 157gr

Nota: Se detallan características primordiales de diodo emisor de luz de alta potencia.

(Ledbox, 2018)

Para la luz trasera se toma en consideración los datos anteriores y se elige la luz led tipo BYBLO2 con los 900 lúmenes y con un rango de visibilidad de 200 a 300 metros, ya que en la parte posterior se necesita llamar más la atención de los conductores se opta por utilizar los 3 modos de utilización que tiene la luz led: alta, baja, intermitente, con dos colores (Ver Tabla 2.).

Tabla 2.

Datasheet luz trasera.

Modelo	Características
Led Visión Guard G3X	Luz: Tipo led
	Distancia de la irradiación: 300-500m
	Modos: Alto,bajo e intermitente
	Colores led: Rojo y blanco
	Lumen: 800
	Voltaje entrada: 5V
	Intensidad entrada: 0.4A
	Certificacion: FL-1
	Tamaño: 25mm*100mm*30mm

Nota: Se detallan características primordiales de la luz trasera. (Ascher, 2019)

3.1.4. Selección de luces led de maniobra para el sistema

De acuerdo con la ley de tránsito, cualquier cambio de dirección o freno debe indicarse con luces intermitentes con flechas o luces estáticas de antemano. Cuando el vehículo no ha realizado ningún cambio de dirección y se encuentra en el carril inicial para aclarar su intención. (Kohen, 2017)

Es necesario llamar la atención de los conductores y peatones para anticipar las maniobras que vamos a realizar y evitar accidentes además la luz debe contar con la certificación FL-1, por ende se utiliza chips led en forma triangular.

Tabla 3.

Datasheet Chips intermitentes.

Modelo	Características
Chips intermitentes forma triangular	Luz: Tipo led
	Distancia de la irradiación: 300-500m
	Modos: Alto,bajo e intermitente
	Lumen: 200
	Voltaje entrada: (3-4)V
	Potencia: 1w
	Certificacion: FL-1

Nota: Se detallan características básicas de los chips intermitentes. (AliExpress, 2018)

Los chips led no poseen el valor exacto de la intensidad que necesitan para funcionar correctamente.

Para determinar el amperaje con el que van a funcionar los 43 chips realizamos el siguiente cálculo:

Ecuación 6. *Ley de ohm*

$$P = V * I$$

$$P = 1w$$

$$V = 3v$$

$$I = \frac{P}{V}$$

$$I = \frac{1w}{3v}$$

$$I = 0.3A = 300mA$$

Donde:

P: *Potencia*

V: *voltaje*

I: *Intencidad*

IT: *Intensidad total*

Para las luces led de direccionamiento que van en el manubrio de la bicicleta con la finalidad de no molestar a peatones y a conductores con luces intermitentes, se colocan tres diodos emisores de luz de potencia color amarillo en paralelo en cada lado del manubrio.

Tabla 4.

Datasheet diodos emisores de luz de potencia.

Modelo	Características
Diodo emisor de luz de amarillo	Luz: Led de potencia
	Luminosidad: 270 mcd
	Color led: Amarillo
	Diametro: 3 mm
	Voltaje entrada: (3.2-4)V
	Corriente de alimentación: 20 mA
	Producto: ABS
	Angulo: 45°

Nota: Se detallan características primordiales de los diodos emisores de luz color amarillo.
(GEEKBOT ELECTRONICS, 2017)

Para el correcto funcionamiento de los leds en paralelo, calculamos la resistencia con la potencia ideal con las siguientes formulas:

Cálculo de resistencia:

Ecuación 7.*Resistencia.*

$$R = \frac{VF - VL}{IT}$$

$$R = \frac{(5 - 3.2)V}{(0.02 * 3)A}$$

$$R = 1.8V/0.06A$$

$$R = 30\Omega$$

Donde:

R: Resistencia

VF: Voltaje de la fuente

VL: Voltaje del led

IT: Intensidad total

Cálculo de la potencia de la resistencia:

$$P = V * I$$

$$P = 1.8V * 0.06A$$

$$P = 0.108W$$

Donde:

P: Potencia

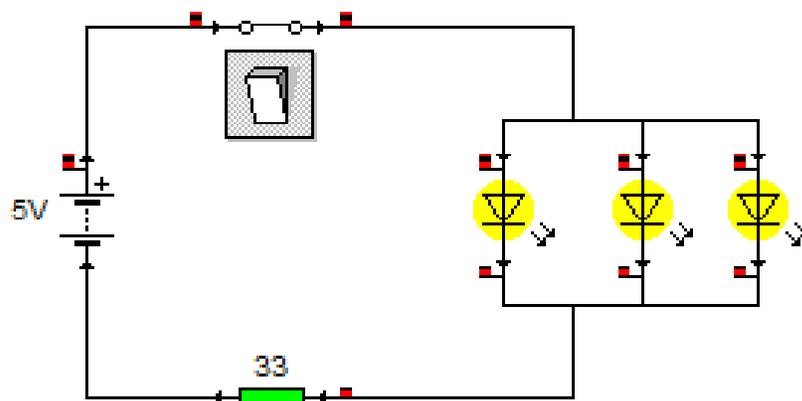
V: Voltaje

I: Intensidad

Como se ve en la figura 12, para los tres diodos emisores de luz en paralelo se necesita una resistencia comercial de 33Ω con $0.108W$.

Figura 12

Circuito de los tres LEDs conectados en paralelo



Nota: Diseño del circuito básico de luces led conectadas en paralelo. (Torres, 2017)

Para dar a conocer cuando el ciclista va disminuyendo la velocidad se opta por dos pequeñas luces led tipo Forfar, (ver tabla 5.).Las cuales por su diseño se colocan en el freno de la llanta trasera y se accionan mecánicamente cuando se esté utilizando el freno, además nos brindan una fácil instalación y son resistentes al agua.

Tabla 5.

Datasheet luz led de freno tipo Forfar.

Modelo	Características
	Distancia de irradiación : 100 -200 metros
	Color led: Rojo
	Dimensiones: 32mm*37mm*25mm
	Voltaje entrada: (3-4)V
	Corriente de alimentación: 200mA
	Material del producto: Plástico
Peso: 30g	

Nota: Se detallan características primordiales de la luz led de freno. (Amazon, 2018)

Los leds antes mencionados poseen batería interna por lo cual se deben ajustar para trabajar con el voltaje que estamos realizando el sistema, por ende se opta por la sustitución de la batería interna y conectarla a la fuente principal, para su correcto funcionamiento se calcula correctamente su resistencia con la siguiente ecuación:

$$R = \frac{VF - VL}{IT}$$

$$R = \frac{(5 - 3)V}{0.2A}$$

$$R = 2V/0.2A$$

$$R = 10\Omega$$

Donde:

R: Resistencia

VF: Voltaje de la fuente

VL: Voltaje del led

IT: Intensidad total

Cálculo de la potencia de la resistencia:

$$P = V * I$$

$$P = 2V * 0.2A$$

$$P = 0.4W$$

Donde:

P: Potencia

V: Voltaje

I: Intensidad

Para el correcto funcionamiento de las luces de freno se deben conectar una resistencia de 10Ω con $0.4W$, para cada luz led tipo Forfar.

3.2. Diseño del circuito para controlar luces led altas y bajas

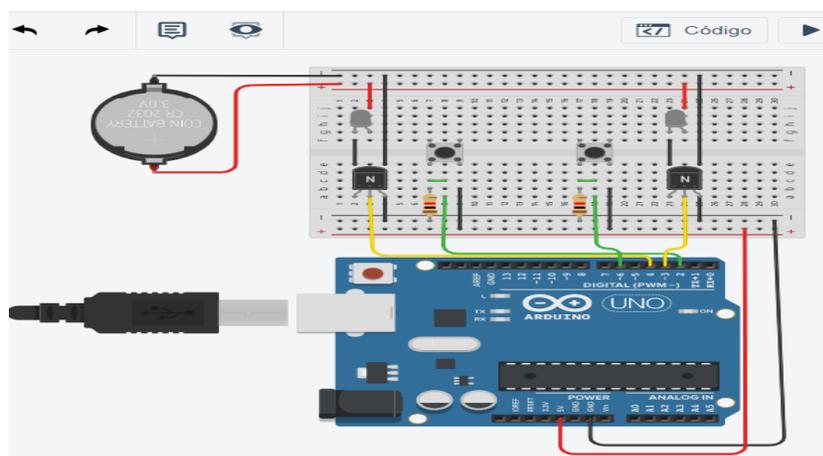
El circuito en específico cumple la función de un dimmer el cual me permite controlar el encendido y apagado de la iluminación, esto con el propósito de generar luces altas y bajas, los cuales serán encendidos mediante pulsadores acorde a la necesidad del ciclista.

Como se aprecia en la figura 13, utilizamos el software libre de simulación Tinkercad para simular el encendido y apagado de las luces altas y bajas mediante un pulsador, con la finalidad de obtener luces altas y bajas, para este circuito utilizaremos resistencias de $1\text{ k}\Omega$ debido a que mientras mayor la resistencia más lenta será la respuesta del pin a los cambios de voltaje. Adicional utilizamos una placa arduino para interpretar los pulsos en las entradas y salidas mediante una programación establecida.

Las luces led y el ATmega del arduino trabajaran con distintos voltajes es por eso que se utilizan transistores tipo NPN 2N22A para recibir el pulso en la base y cerrar el circuito para encender o apagar las luces led.

Figura 13.

Simulación en Tinkercad, control de luces altas y bajas



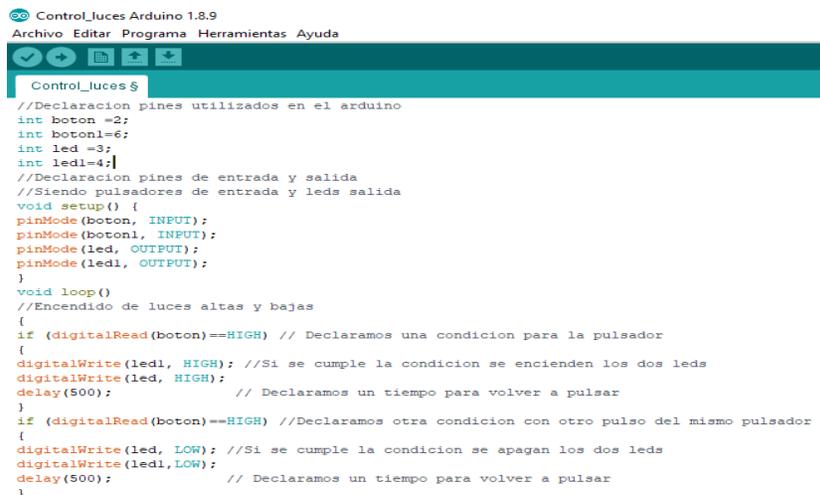
Nota: Se simula el control de las luces led delanteras en base programación.

(TINKERCAD, 2018)

El software Tinkercad trabaja con las librerías de arduino por ende el lenguaje de programación es el mismo, para el circuito antes mencionado se utiliza el siguiente código de programación, cada línea de programación va comentada con la función que realiza como se observa en la figura 14 y 15.

Figura 14.

Programación en arduino, encendido y apagado de luces led



```

Control_luces Arduino 1.8.9
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda

Control_luces $
//Declaracion pines utilizados en el arduino
int boton =2;
int boton1=6;
int led =3;
int led1=4;
//Declaracion pines de entrada y salida
//Siendo pulsadores de entrada y leds salida
void setup() {
  pinMode(boton, INPUT);
  pinMode(boton1, INPUT);
  pinMode(led, OUTPUT);
  pinMode(led1, OUTPUT);
}
void loop()
//Encendido de luces altas y bajas
{
  if (digitalRead(boton)==HIGH) // Declaramos una condicion para la pulsador
  {
    digitalWrite(led1, HIGH); //Si se cumple la condicion se encienden los dos leds
    digitalWrite(led, HIGH); // Declaramos un tiempo para volver a pulsar
    delay(500);
  }
  if (digitalRead(boton1)==HIGH) //Declaramos otra condicion con otro pulso del mismo pulsador
  {
    digitalWrite(led, LOW); //Si se cumple la condicion se apagan los dos leds
    digitalWrite(led1,LOW);
    delay(500); // Declaramos un tiempo para volver a pulsar
  }
}

```

Nota: Las luces altas y bajas se dan mediante pulsadores declarados. (Arduino, 2020).

Figura 15.

Programación, encendido y apagado de luces led

```

//Encendido de luces bajas
if (digitalRead(boton1)==HIGH && (digitalRead(led)==HIGH)) //Declaramos dos condiciones del pulsador y el led
{
  digitalWrite(led, LOW); //Si se cumple la condicion entonces un led se apaga
  digitalWrite(led1,HIGH);//Si se cumple la condicion entonces un led se prende
  delay(500);
}
if (digitalRead(boton1)==HIGH && (digitalRead(led)==LOW))//Declaramos dos condiciones del pulsador y el led
{
  digitalWrite(led1,LOW);//Si se cumple la condicion entonces un led se apaga
  delay(500);
}
}
}

```

Guardado.

El nombre del sketch ha sido modificado.
 Los nombres de Sketch deben empezar con una letra o número, seguido por letras,
 números, guiones, puntos y subrayados. La longitud máxima es de 63 caracteres.

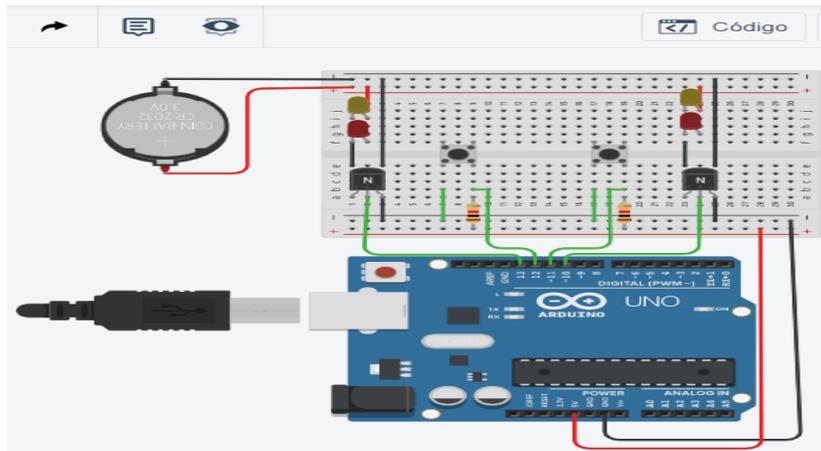
Nota: Colocamos un tiempo de retardo “delay” de medio segundo. (Arduino, 2020)

3.3. Diseño del circuito de control para luces de direccionamiento

Con este circuito se mejora la seguridad activa al alumbrar la zona hacia la que se va dirigir la bicicleta. En la figura 16, podemos apreciar el circuito de maniobra, teniendo en consideración que son 4 luces led de direccionamiento; dos que se encuentran en la parte trasera y dos se encuentran en el manubrio de la bicicleta, dichas luces se activan mediante un pulsadores, una vez que el arduino detecte un pulso mediante resistencias pull down el sistema adopta un circuito dimmer el cual mediante los transistores NPN 2N2222A, permitirá que le circuito se cierre y apagara las luces después de un tiempo establecido, en nuestro caso 5 segundos (ver figura 16).

Figura 16.

Programación, encendido y con pulsadores



Nota: En base a programación se enciende un led en un tiempo establecido.

(TINKERCAD, 2018)

El código de programación con el que funciona el circuito, plantea un tiempo de apertura y cierre para encender las luces de acuerdo al pulso emitido por el pulsador en un determinado tiempo como se observa en la figura 17.

Figura 17.*Programación en arduino, control luces direccionales*

```

direccionales_nara
//Definimos variables, los pines que estamos utilizando en el arduino
#define LED 10
#define PULSADOR 11
#define LED1 13
#define P1 12
void setup() {
//Declaramos valores de entrada y salida del arduino, pulsadores entrada y leds salida
pinMode(LED, OUTPUT);
pinMode(PULSADOR, INPUT);
pinMode(LED1, OUTPUT);
pinMode(P1, INPUT);
}
void loop()
//ENCENDIDO DIRECCION IZQUIERDA
{
if (digitalRead(PULSADOR)==LOW)//Declaramos una condicion pull up, para interpretar el valor del pulsador
{
digitalWrite(LED, HIGH); //Si se cumple la condicion inicial entonces se enciende "LED" por 5 segundos
delay(5000);
digitalWrite(LED, LOW); //Si se cumple la condicion pasados los 5 segundos "LED" se apaga y se reinicia el ciclo
}
}

```

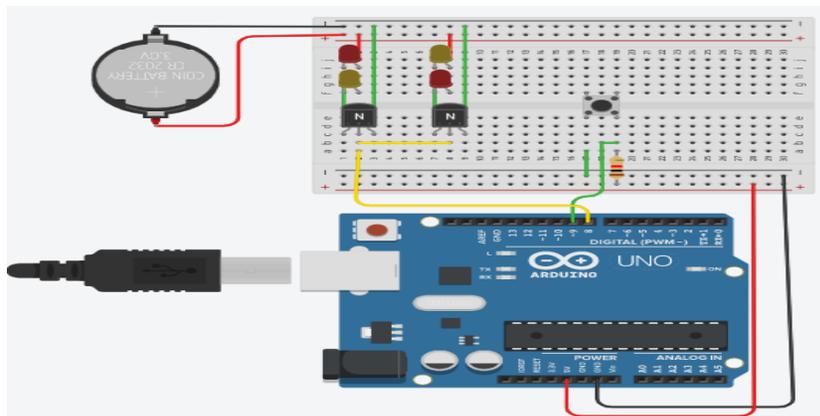
Nota: La programación permite encender una dirección a la vez, esto con la finalidad de no tener las dos luces encendidas al mismo tiempo, pudiendo producirse un malentendido al conductor o al peatón. (Arduino, 2020)

3.4. Diseño del circuito de luces de parqueo mediante pulsador

Como se observa en la figura 18, utilizamos 2 transistores tipo NPN 2N2222A, los cuales permiten cerrar el circuito si en la base se recibe un pulso por el pin 9 del arduino, teniendo en consideración que las luces que se utilizan para este circuito son las mismas que se utilizan en el circuito de direccionamiento únicamente conectamos en paralelo los transistores para darle diferentes funciones a una misma luz led.

Figura 18.

Circuito de control de luces de parqueo



Nota: Se programa el arduino para que inicie un ciclo de intermitencia. (TINKERCAD, 2018)

La programación del circuito se detalla en la figura 19 y 20, con un pulsador controlamos el encendido de las luces de parqueo, con intermitencia.

Figura 19.

Programación en arduino del control de luces de parqueo

```

parqueo
//Declaramos los pines en los que esta conectado el arduino
const int backlights=8;
const int pulsador=9;
// Declaramos las variables de tipo bool para que solo tenga dos estados verdadero o falso
bool estadoAC=false; // Estado actual del boton
bool estadoAN=false; //Variable para guardar el estado anterior del pulsador
bool estado_led=false; //estado actual del led
// Declaramos los tipos de datos para enteros sin signo
unsigned long tiempo_actual=0;
unsigned long tiempo_anterior=0;
int intervalo=200;
bool inicio=0;
void setup()
{
pinMode(backlights, OUTPUT); //Declaramos la variable como salida
pinMode(pulsador, INPUT); //Declaramos la variable como entrada
}

void loop() {
estadoAC = digitalRead(pulsador); //Declaramos una condicion a cumplir

if (estadoAC == !estadoAN) // Declaramos dos condicion e invertimos el "!estadoAN"
estado_led = !estado_led; //si un estado es verdadero el otro cambiara su estado
estadoAN=estadoAC; //si se cumple la primera comdicion igualaremos las variables

```

Nota: Utilizamos variables booleanas para enfocarnos en dos estados. (Arduino, 2020).

Figura 20.*Programación, control de luces de parqueo*

```

if (estado_led == true){ //Declaramos una condicion como verdadera
    tiempo_actual = millis();
    if (tiempo_actual - tiempo_anterior >= intervalo){
        tiempo_anterior=tiempo_actual;
        inicio = ! inicio;
    }

    if(inicio==true) // si la variable despues de la comparacion resulta ser cierta se enciende el led en millis
    digitalWrite(backlights, HIGH);
    else
    digitalWrite(backlights, LOW); //si la variable despues de la comparacion resulta igual el led se apaga en millis
}

else
digitalWrite(backlights,LOW); //caso contrario si la condicion inicial se cumple nuevamente el led se apaga
}

```

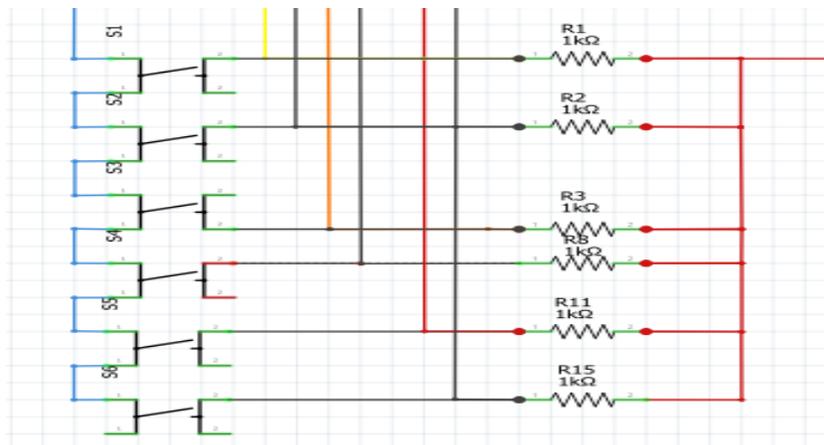
Nota: Como se utilizan dos transistores en paralelo esta programación permite ocupar un pulsador a la vez ya sea el de la dirección o el de parqueo, esto para no tener variación de intermitencia en los leds. (Arduino, 2020)

3.5. Diseño y programación del circuito electrónico

El circuito electrónico es la unión de todos los circuitos realizados y simulados en el software Tinkercad, como se observa en la figura, el diagrama unifilar se lo realizó en el software libre Fritzing, la fuente de voltaje externa es de 3v puesto que el software no permite regular valores de voltaje, no obstante en la parte física el voltaje con el que trabajan las luces led que tendrán la función de luces altas y bajas es 3.7V, los transistores son independientes y permitirán cerrar o abrir el circuito en base a un corriente en la base el cual vendrá dado por los pulsadores (ver figura 21 y 22).

Figura 21.

Diagrama del circuito electrónico, conexión de pulsadores

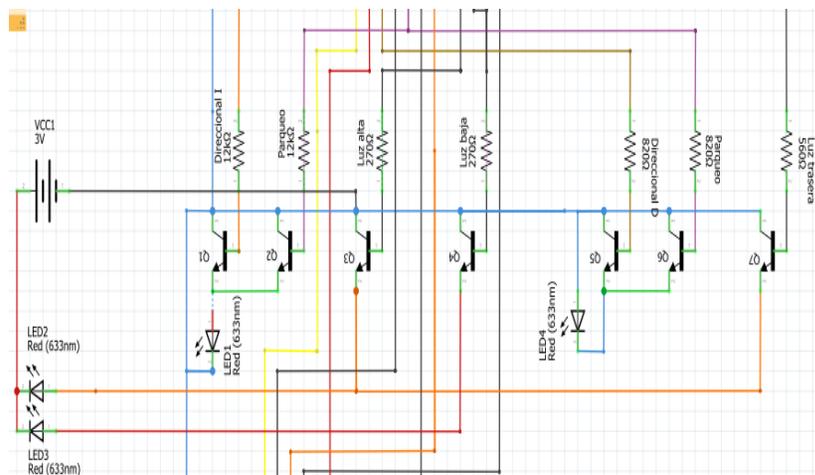


Nota: Control de luces mediante pulsadores. (Fritzing, 2015)

Las luces de dirección y parqueo trabajan con diferente voltaje en el esquema unifilar se aprecia que los transistores funcionan como interruptores. Los leds son para complementar la simulación pero en la parte física se conectaron los cables negativos de los leds en la base y el colector de cada transistor. (ver figura 22 y 23).

Figura 22.

Diagrama del circuito electrónico, conexión de transistores.



Nota: Se encuentran conectados los transistores como interruptores. (Fritzing, 2015)

Un transistor puede ser activado (saturación) o desactivado (corte) desde un micro controlador, pero es necesario poner una resistencia entre un extremo del micro controlador y la base del transistor por ende se calcula la resistencia de base con la siguiente ecuación:

Ecuación 8. Resistencia de base

$$R_b = \frac{V_m - 0.7}{\frac{I_c}{h_{Fe}}}$$

Donde:

R_b: Resistencia de base del transistor

V_m: Voltaje del microcontrolador (pin del arduino)

0.7: Caída de voltaje típica entre la base y el emisor de un transistor

I_c: Corriente de la carga

h_{Fe}: Ganancia de corriente del transistor

Cálculo de resistencia de base para el transistor de la luz led alta y baja:

$$R_b = \frac{5V - 0.7}{\frac{0.85A}{50}}$$

$$R_b = \frac{4.3V}{0.017A}$$

$$R_b = 252.94 \Omega$$

Resistencia comercial para el transistor de la luz led alta: 270Ω

Cálculo de resistencia de base para el transistor de la luz led trasera:

$$R_b = \frac{5V - 0.7}{\frac{0.4A}{50}}$$

$$R_b = \frac{4.3V}{0.008A}$$

$$R_b = 537.5 \Omega$$

Resistencia comercial para el transistor de la luz led trasera: 560Ω

Cálculo de resistencia de base para el transistor de las luces led de dirección traseras.

$$R_b = \frac{5V - 0.7}{\frac{0.3A}{50}}$$

$$R_b = \frac{4.3V}{0.006A}$$

$$R_b = 717 \Omega$$

Resistencia comercial individual para cada luz led de direccion trasera: 820Ω

Cálculo de resistencia de base para el transistor de las luces led de dirección del manubrio.

$$R_b = \frac{5V - 0.7}{\frac{0.02A}{50}}$$

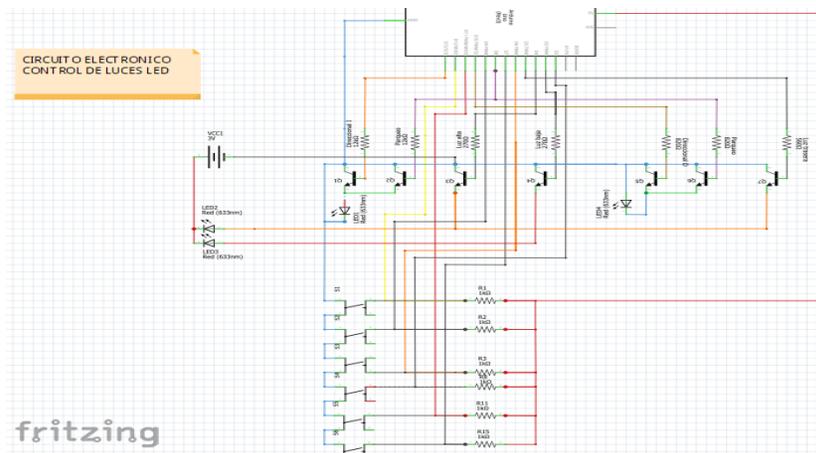
$$R_b = \frac{4.3V}{0.0004A}$$

$$R_b = 10750 \Omega$$

Resistencia comercial individual para cada luz led de direccion del manubrio: 12kΩ

Figura 23.

Diagrama unifilar del circuito electrónico.

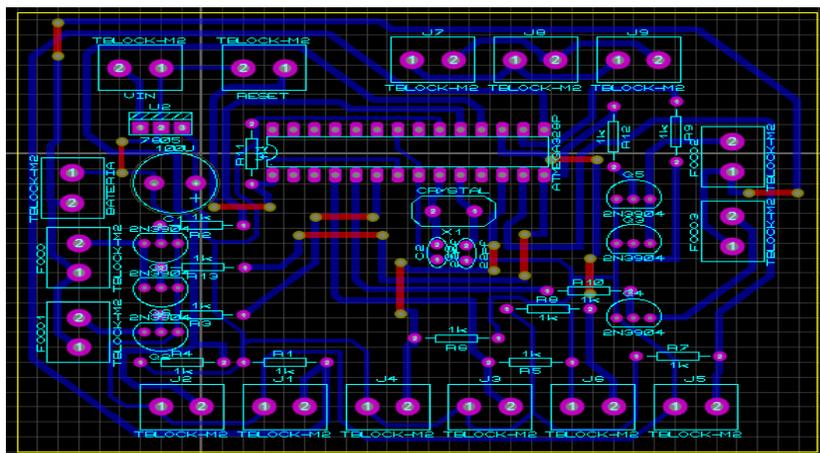


Nota: Mediante un pulsador controlamos el estado de las luces led mediante transistores. (Fritzing, 2015)

Con la finalidad de reducir el tamaño de nuestro sistema, se utiliza el software libre Proteus y así fabricar la placa PCB (Ver figura 24).

Figura 24.

Circuito para la fabricación PCB del sistema electrónico.

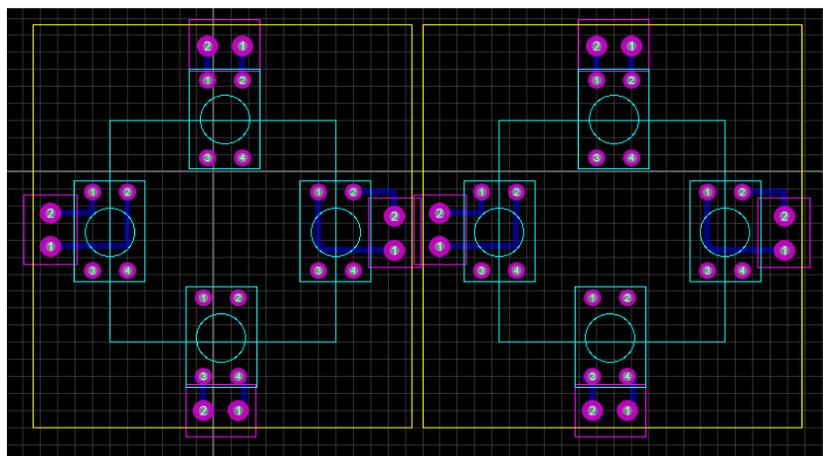


Nota: Se sustituyen los leds y los pulsadores por borneras TBLOCK-M2, para conexiones externas.

Los pulsadores que permitirán el accionamiento de las luces led se encuentran en el manubrio para lo cual se realizan 2 placas pcb que constan de cuatro pulsadores con tapa cada una y sus salidas con borneras TBLOCK-M2, como se aprecia en la figura 25.

Figura 25.

Circuito para la fabricación de placa pcb de los pulsadores



Nota: Diseño del lugar donde van a estar los pulsadores en la PCB.

3.6. Dimensionamiento de baterías

Está claro que para el funcionamiento de nuestro sistema debemos de utilizar baterías recargables ya que necesitaremos almacenar la energía que la obtendremos mediante un cargador convencional o mediante el pedaleo a través del dinamo , las baterías recargables especifican la cantidad de amperaje que pueden entregar en un tiempo, basándonos a este dato para dimensionar las baterías recargables adecuadas necesitamos conocer el amperaje total con el que va funcionar nuestro sistema y establecer un rango de tiempo de duración del mismo con una carga completa.

3.6.1. *Cálculo del consumo total del sistema*

Se necesitan los valores de intensidad y voltaje con las que funciona cada una de las luces led, el arduino, el USB para cargar el celular y la salida con la que funcionara el parlante que viene a formar parte del sistema y en base a dichos amperajes calcular el cantidad de energía durante un tiempo establecido, en nuestro caso con una carga completa del requerimos que funcione el sistema por 3 horas, para dichos cálculos utilizaremos la siguiente ecuación:

Ecuación 9. Consumo

$$C = P * T$$

$$P = I * V$$

Donde:

C: Consumo

T: Tiempo de funcionamiento

P: Potencia

I: Intensidad

V: Voltaje

Cálculo del consumo de la luz led alta:

$$I = 0.85 A$$

$$V = 3.7 V$$

$$P = 0.85 A * 3.7 V$$

$$P = 3.145 W$$

$$C = 3.145 W * 3 h$$

$$C = 9.435Wh$$

Cálculo del consumo de la luz led baja:

$$I = 0.45 A$$

$$V = 3.7 V$$

$$P = 0.45 A * 3.7 V$$

$$P = 1.665 W$$

$$C = 1.665 W * 3 h$$

$$C = 4.995Wh$$

Cálculo del consumo de la luz led trasera:

$$I = 0.26 A$$

$$V = 5 V$$

$$P = 0.26 A * 5 V$$

$$P = 1.3 W$$

$$C = 1.3 W * 3 h$$

$$C = 3.9 Wh$$

Cálculo del consumo de las luces led de dirección trasera:

$$I = 0.3 A * 2 = 0.6A$$

$$V = 3 V$$

$$P = 0.6 A * 3 V$$

$$P = 1.8 W$$

$$C = 1.8 W * 3 h$$

$$C = 5.4 \text{ Wh}$$

Cálculo del consumo de las luces led direccionales del manubrio:

$$I = 0.02 \text{ A} * 6 = 0.12 \text{ A}$$

$$V = 4 \text{ V}$$

$$P = 0.12 \text{ A} * 4 \text{ V}$$

$$P = 0.48 \text{ W}$$

$$C = 0.48 \text{ W} * 3 \text{ h}$$

$$C = 1.44 \text{ Wh}$$

Cálculo del consumo de las luces led de freno:

$$I = 0.2 \text{ A} * 2 = 0.4 \text{ A}$$

$$V = 4 \text{ V}$$

$$P = 0.4 \text{ A} * 4 \text{ V}$$

$$P = 1.6 \text{ W}$$

$$C = 1.6 \text{ W} * 3 \text{ h}$$

$$C = 4.8 \text{ Wh}$$

Cálculo del consumo del arduino:

$$I = 0.5 \text{ A}$$

$$V = 7.5 \text{ V}$$

$$P = 0.5 \text{ A} * 7.5 \text{ V}$$

$$P = 3.75 \text{ W}$$

$$C = 3.75 \text{ W} * 3 \text{ h}$$

$$C = 11.25 Wh$$

Cálculo del consumo del parlante:

$$I = 0.6A$$

$$V = 5 V$$

$$P = 0.6 A * 5 V$$

$$P = 3 W$$

$$C = 3 W * 3 h$$

$$C = 9 Wh$$

Cálculo del consumo del USB para cargar el celular:

“Los cargadores móviles ordinarios proporcionan un voltaje constante de 5 V a una intensidad de 1 A o 2 A, la carga rápida dependerá de la cantidad del amperaje, a mayor amperaje menor tiempo de carga” (Delgado, 2017)

En base al argumento anterior sabemos que un celular convencional puede cargarse con un voltaje de 5 V con 1 A, entonces mediante formula calculamos el consumo de un tiempo de 2 horas en el cual se carga un celular.

$$I = 1A$$

$$V = 5 V$$

$$P = 1 A * 5 V$$

$$P = 5 W$$

$$C = 5 W * 2 h$$

$$C = 10 Wh$$

3.6.2. Cálculo de la intensidad total que requiere el sistema

En base al consumo del sistema antes calculado, necesitamos conocer la intensidad que requiere cada elemento para su funcionamiento en el tiempo establecido es decir necesitamos calcular los mAh de cada elemento, para ello hacemos énfasis en la transformación del consumo (Wh) a mAh mediante la siguiente ecuación:

Ecuación 10. *Intensidad en tiempo*

$$I(mAh) = \frac{C * 1000}{V}$$

Donde:

$I(mAh)$ = intensidad en un tiempo establecido

C = Consumo (Wh)

1000 = Constante de transformación

V = Voltaje de funcionamiento (V)

Cálculo de mAh de la luz led alta:

$$I(mAh) = \frac{9.435Wh * 1000}{3.7 V}$$

$$I1 = 2550 mAh$$

$$I1 = 2.55 Ah$$

Cálculo de mAh de la luz led baja:

$$I(mAh) = \frac{4.995Wh * 1000}{3.7 V}$$

$$I2 = 1350 mAh$$

$$I2 = 1.35 \text{ Ah}$$

Cálculo de mAh de la luz led trasera:

$$I(\text{mAh}) = \frac{3.9 \text{ Wh} * 1000}{5 \text{ V}}$$

$$I3 = 780 \text{ mAh}$$

$$I3 = 0.78 \text{ Ah}$$

Cálculo de mAh de las luces led de dirección trasera:

$$I(\text{mAh}) = \frac{5.4 \text{ Wh} * 1000}{3 \text{ V}}$$

$$I4 = 1800 \text{ mAh}$$

$$I4 = 1.8 \text{ Ah}$$

Cálculo de mAh de las luces led de dirección del manubrio:

$$I(\text{mAh}) = \frac{1.44 \text{ Wh} * 1000}{4 \text{ V}}$$

$$I5 = 360 \text{ mAh}$$

$$I5 = 0.36 \text{ Ah}$$

Cálculo de mAh de las luces led de freno:

$$I(\text{mAh}) = \frac{4.8 \text{ Wh} * 1000}{4 \text{ V}}$$

$$I6 = 1200 \text{ mAh}$$

$$I6 = 1.2 \text{ Ah}$$

Cálculo de mAh del arduino:

$$I(\text{mAh}) = \frac{11.25 \text{ Wh} * 1000}{7.5 \text{ V}}$$

$$I7 = 1500 \text{ mAh}$$

$$I7 = 1.5 \text{ Ah}$$

Cálculo de mAh del parlante:

$$I(\text{mAh}) = \frac{9 \text{ Wh} * 1000}{5 \text{ V}}$$

$$I8 = 1800 \text{ mAh}$$

$$I8 = 1.8 \text{ Ah}$$

Cálculo de mAh del USB para cargar el celular:

$$I(\text{mAh}) = \frac{10 \text{ Wh} * 1000}{5 \text{ V}}$$

$$I9 = 2000 \text{ mAh}$$

$$I9 = 2 \text{ Ah}$$

Una vez obtenidos los mAh que necesita cada elemento, para el cálculo de la intensidad total del sistema debemos realizar la adición de todos los valores en mAh y en base a ese dato dimensionar una batería de litio que abastezca el sistema en un tiempo de 3 horas con carga completa para ello utilizamos la siguiente ecuación:

Ecuación 11. *Intensidad total.*

$$IT = I1 + I2 + I3 + I4 + I5 + I6 + I7 + I8 + I9$$

Donde:

IT: *Intensidad Total*

$$IT: (2.55 + 1.35 + 0.78 + 1.8 + 0.36 + 1.2 + 1.5 + 1.8 + 2)Ah$$

$$IT: 13.34 \text{ Ah}$$

$$IT = 13340 \text{ mA}$$

3.6.3. Selección de las baterías de litio para el sistema

Sabemos que nuestro banco de baterías debe de tener la capacidad de descarga de mínimo 13340 mAh que no aporte un peso considerable al ciclista y que su tamaño sea acorde con las dimensiones del sistema.

“El litio (Li) es un metal alcalino suave, inflamable, de color blanco plateado, maleable y muy ligero. Es muy común en la naturaleza porque existe en 65 partes por millón de la corteza terrestre.” (Acosta, 2017)

El tipo baterías a utilizar serán las 18650 con las características que se representan en la tabla 6.

Tabla 6.

Características de la batería 18650.

Modelo	Características
X-BALOG	Tipo de batería : Recargable
	Composición Química: Li-ion (Litio)
	Dimensiones: 18mm*65mm
	Amperaje: 8800 mAh
	Voltaje entrada: 4.2 V
	Modelo: SD 18650

Nota. Se detallan características primordiales de la batería de litio X-BALOG. (Adkar, 2018)

Como se aprecia en la tabla 6, la batería 18650 marca X-BALOG nos brinda un amperaje de 8800 mAh a 4.2 V, realizamos el cálculo de baterías conectadas en serie y paralelo para cumplir con nuestro requerimiento.

“La conexión en paralelo de dos baterías idénticas permite obtener el doble de la capacidad de las baterías individuales, manteniendo la misma tensión nominal” (Bermeo, 2015)

“La conexión en serie de dos baterías idénticas permite obtener el doble de tensión, manteniendo la misma capacidad de amperaje” (Bermeo, 2015)

$$IT = I1 + I2$$

Donde:

IT: Intensidad Total

$$IT = (8800 + 8800)mAh$$

$$IT = 17600 mAh$$

$$VT = V1 + V2$$

Donde:

VT: Volaje Total

$$VT = (4.2 + 4.2)V$$

$$VT = 8.4 V$$

Tomando en consideración que un elemento nunca tiene el 100% de eficiencia debido al trabajo que realiza en la transferencia de energía o por el factor de la temperatura se debe realizar el cálculo de eficiencia energética para conocer el valor

real que obtendremos en la salida de nuestro banco de baterías para ello utilizamos la siguiente ecuación:

Ecuación 12. Energía total.

$$ET = Id * V$$

Donde:

ET: Energia Total

Id = Intensidad de descarga

V = Voltaje

$$ET = 17600 mAh * 4.2 V$$

$$ET = 73920 mWh$$

El sistema tiene diferentes voltajes, por ende nuestro banco de baterías tendrá elevadores y reductores de tensión de 4.2 voltios a 5 voltios

$$ET = 73920 mWh / 5 V$$

$$ET = 14784 mAh$$

Tomando en consideración que el banco de baterías tiene baterías nuevas entonces la eficiencia en la conversión será del 90%

Por ende la capacidad real de descarga que tendrá el banco de baterías viene interpretado por la siguiente ecuación:

Ecuación 13. Capacidad de carga

$$Cr = Et * 0.95$$

Donde:

Cr: Capacidad real

ET: Energia total

0.95: Porcentaje de eficiencia

$$Cr = 14784 \text{ mAh} * 0.95$$

$$Cr = 14044.8 \text{ mAh}$$

El banco de baterías tiene cuatro baterías de litio 18650 con 4.2V y 8800 mAh conectadas en serie y paralelo, obteniendo así 14044.8 mAh de descarga real y 8.4 voltios permitiendo que el sistema funcione por 3 horas y cargue un celular en 2 horas sin cargas.

3.7. Diseño de un circuito rectificador de corriente para el dinamo

El banco de baterías posee dos métodos de carga, la primera es mediante un cargador 5 voltios y la segunda mediante un dinamo que produce energía al practicar el pedaleo.

“Los generadores de bicicletas son la forma más fácil y económica de generar electricidad mientras se viaja. El dinamo no es un generador, sino un alternador.” (Iñaki, 2008)

Para diseñar el inversor necesitamos conocer cuál es la potencia y el voltaje que entrega nuestra dinamo, en la tabla 7 podemos apreciar las características de la dinamo a utilizar.

Tabla 7.

Características de la dinamo.

Modelo	Características
SANYO ELECTRIC CO	Tipo de dinamo : Generador
	Color: Cromado
	Dimensiones: 210mm*15mm*15mm
	Potencia: 6W
	Voltaje : 12 V
	Modelo: SANYO CO

Nota: Se detallan características primordiales de la dinamo SANYO ELECTRIC CO.

(WorthPoint, 2016)

El voltaje que entrega el dinamo es alterno por ende debemos convertirla en continua esto se la realiza a través de un puente rectificador o la conexión de 4 diodos. El diodo a utilizar deberá soportar el voltaje pico que entrega la dinamo, calculamos el voltaje pico de la dinamo con la siguiente ecuación:

Ecuación 14. *Voltaje eficaz*

$$V_{rms} = \frac{V_p}{\sqrt{2}}$$

$$V_p = \sqrt{2} * V_{rms}$$

Donde:

V_p : *Voltaje pico*

V_{rms}: Voltaje eficaz

$\sqrt{2}$: Valor de onda senoidales perfectas

$$V_p = \sqrt{2} * 40V$$

$$V_p = 56.56 V$$

$$V_p = V_{in}$$

El voltaje pico es el mismo que el voltaje de entrada a nuestro puente rectificador

“La electricidad usa poca energía para pasar por un diodo. Esto significa que el voltaje a través de él es pequeño. Para todos los diodos ordinarios, este voltaje se denomina caída de voltaje de aproximadamente 0,7 V.” (Roble, 2015)

Ecuación 15. *Voltaje pico de salida.*

$$V_{p \text{ out}} = V_{p \text{ in}} - C_d$$

Donde:

V_{p out}: Voltaje pico de salida

V_{p in}: Voltaje pico de entrada

C_d: Caída de voltaje del diodo

$$V_{p \text{ out}} = 56.56 V - 1.4V$$

$$V_{p \text{ out}} = 55.16 V$$

Cálculo de cantidad de voltaje directa transformada:

Ecuación 16. *Voltaje corriente continúa*

$$V_{cd} = \frac{2V_{p \text{ out}}}{\pi}$$

Donde:

V_{cd} = Voltaje en corriente continua

$V_{p\ out}$ = Voltaje pico de salida

$$V_{cd} = \frac{2(55.16V)}{\pi}$$

$$V_{cd} = 35V$$

Cálculo de corriente que circula en la carga:

Ecuación 17. Intensidad del diodo.

$$I_{cd} = \frac{V_{cd}}{R}$$

I_{cd} = Intensidad del diodo

V_{cd} = Voltaje en corriente continua

R = Carga a la salida

$$I_{cd} = \frac{35V}{1K\Omega}$$

$$I_{cd} = 35mA$$

Cálculo del voltaje pico inverso del diodo (PIV):

$$PIV = V_{pin}$$

$$PIV = 56.56 V$$

El diodo a elegir debe superar este valor en voltaje, para evitar rupturas o calentamiento

Cálculo de potencia aceptada por el diodo:

$$P_{d1} = I_d * V_d$$

Donde:

P_{d1} = Potencia del diodo

$I_d =$ Intensidad del diodo

$V_d =$ Voltaje caida de tension del diodo

$$P_{d1} = 35mA * 0.7V$$

$$P_{d1} = 24.5 mW$$

El diodo a elegir debe superar este valor en potencia

Con los cálculos antes expuestos se deduce que necesitamos un puente rectificador que contenga diodos que trabajen con un voltaje superior a 56.56 V y logre un funcionamiento eficaz con valores superiores a 24.5mW.

Tabla 8.

Datasheet del diodo 1N4002.

Modelo	Características
1N4002	<p>Voltaje inverso pico máximo recurrente : 100V</p> <p>Voltaje RMS máximo : 70V</p> <p>Voltaje máximo de bloqueo de CC: 100V</p> <p>Corriente Rectificada Directa Máxima Promedio: 1A</p>

Nota: Se detallan características primordiales del diodo 1N4002. (Carrot Electronic, 2018)

Se eligió utilizar el diodo 1N4002 por la elevada tensión inversa que soportan garantizando así la eficiencia de trabajo.

Con el puente rectificador logramos que la corriente que se estaba alternando ahora sea ahora siempre sea positiva pero tenemos constantes caídas de voltaje para ello calculamos capacitores utilizando la siguiente ecuación:

Ecuación 18. Capacitancia.

$$C = \frac{I}{f * Vr}$$

Donde:

$C =$ Capacitancia

$I =$ Intensidad de salida de puente de diodos

$Vr =$ Voltaje de rizado(0.5V)

$$C = \frac{0.035A}{60 \text{ Hz} * 0.5 \text{ V}}$$

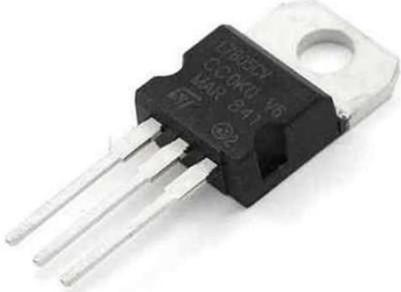
$$C = 1167\mu f$$

A la salida del puente rectificador se colocara tres condensadores el primero de 1000 μ f

Una vez incorporado el condensador para el filtrado de la tensión debemos disminuir la tensión de salida, ya que nuestro banco de baterías se carga con 5V, por ende se opta por la obtención de un regulador de voltaje que expresa sus características en la tabla:

Tabla 9.

Datasheet del regulador de voltaje.

Modelo	Características
Tp. 7805	Voltaje de salida : (4.8-5.2)V
	Corriente de reposo: (5-8)mA
	Cambio de corriente inactiva : (0.3-1.3)mA
	Corriente pico: 2.2A
	Resistencia de salida : 15m Ω

Nota: Se detallan características primordiales del regulador de voltaje Tp. 7805.

(Nexttravelers.ru, 2015)

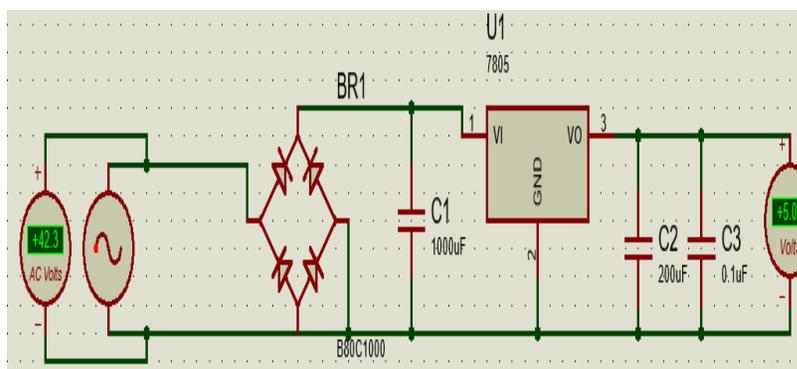
Se optó por la utilización de este tipo de regulador ya que es capaz de ajustar el voltaje positivo de 5 V a 1 A de corriente, cabe mencionar que este regulador tiene una polaridad que debe respetarse de lo contrario puede producirse una ruptura en su estructura interna y el circuito inversor no funcionaría eficientemente.

“Los ruidos conducidos, son aquellos que se propagan por conducción galvánica entre la fuente de ruído (fuente alterna) y el dispositivo interferido, o sea, conducción de corriente eléctrica entre ambos” (Lella, 2016)

Como se observa en las figuras 26 y 27, conectamos en paralelo los dos condensadores que teníamos pendientes, para filtrar los ruidos.

Figura 26.

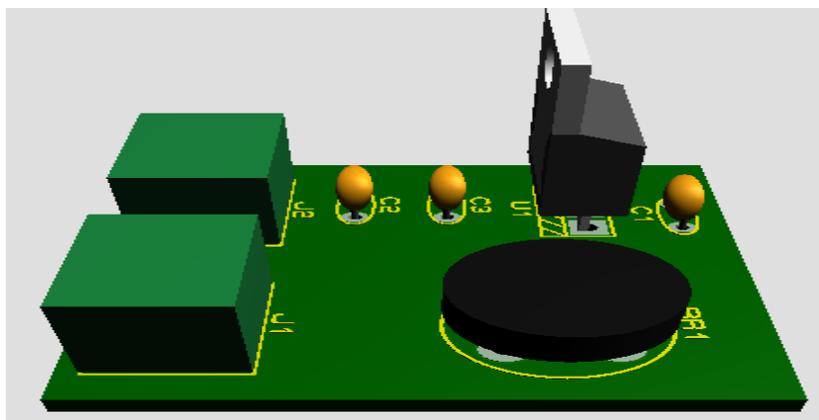
Diagrama esquemático del circuito inversor de voltaje



Nota: El diagrama esquemático se lo realizo en el software libre Proteus.

Figura 27.

Diagrama esquemático del circuito inversor de voltaje en pcb



Nota: Se utilizaron 2 borneras tipo Block de 2 pines para la entra del dinamo y la salida de la corriente rectificada.

3.8. Diseño del circuito de carga y descarga para el banco de baterías

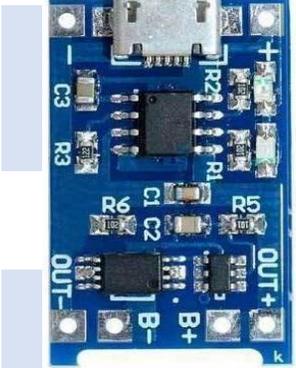
El banco de baterías se cargan de dos formas mediante un cargador conectado a la fuente convencional 110V y mediante el dinamo, por ende es necesario un circuito que proteja al banco de baterías de sobre cargas y que limite la corriente cuando se haya cargado, para preservar su vida útil.

3.8.1. Diseño del circuito de carga

En la tabla 10 podemos apreciar el módulo Tp4056 que cumple la función de un regulador de voltaje, dicho modulo lo utilizaremos para cargar las baterías de litio 18650 mediante un cargador tipo c.

Tabla 10.

Características del módulo de carga.

Modelo	Características
Tp 4056	Voltaje de suministro de entrada : 4.35 V – 5V
	Voltaje de suministro de entrada máximo : 8V
	Voltaje de carga: 4.2V
	Voltaje umbral de carga lenta: 2.9 V
	Corriente de carga ajustable: 1A

Nota: Se detallan características primordiales del regulador de carga Tp. 4056.

(Nubbeo, 2018)

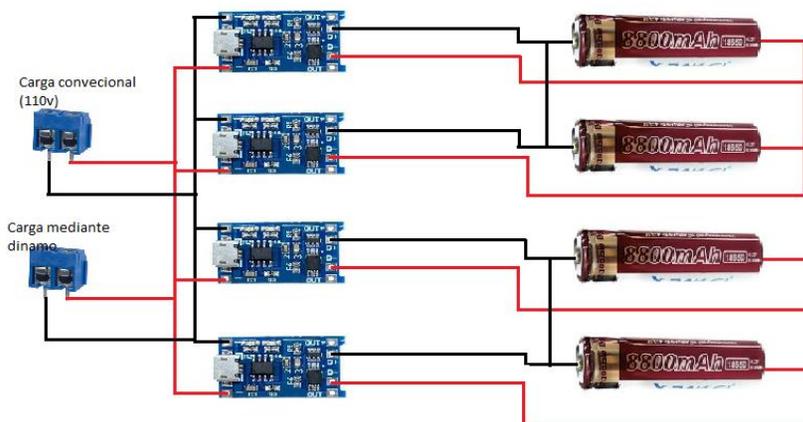
Se eligió este módulo por que se alimenta 5 voltios en su entrada el cual proporcionará voltaje de carga de 4.2 V y corriente de carga de 1 A en su salida. Si el valor de la corriente del adaptador es muy bajo, el circuito integrado tp4056 indica que es necesario aumentar la corriente abriendo y cerrando el módulo.

Cuando el voltaje de la batería cae por debajo de 2,4 voltios, el chip de protección desconectará la carga para proteger la batería este mismo proceso sucederá cuando exista una sobretensión o polaridad inversa.

Como se aprecia en la figura 28, para obtener una carga balanceada del banco de baterías se colocan dos módulos Tp 4056 en paralelo una para cargar la batería mediante el cargador convencional y el otro modulo ira conectado al circuito inversor del dinamo

Figura 28.

Esquema de conexión para cargar el banco de baterías



Nota: Se pueden utilizar cualquier módulo de carga como entrada de tensión, ya que están conectadas en paralelo.

La conexión de los dos módulos en paralelo realizan la función de un circuito a lazo cerrado en donde el circuito integrado Tp 4056 cumple la función de regular el voltaje de entrada y salida permitiendo de esta manera una carga eficiente y protección al banco de baterías.

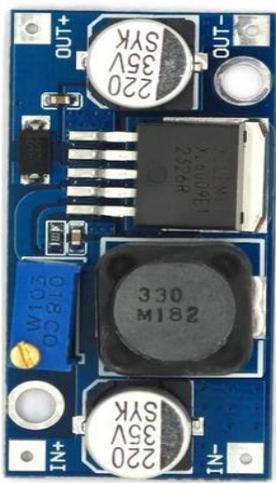
3.8.2. Diseño del circuito de descarga

El sistema funciona con diferentes voltajes ya que se utilizan diferentes luces led, al igual que el arduino y el USB.

Para regular el voltaje de salida del banco de baterías se utilizan módulos elevadores de voltaje las características de la misma se aprecian en la tabla 11.

Tabla 11.

Características del módulo elevador de voltaje.

Modelo	Características
	L6009E1 Voltaje de alimentación mínimo : 3 V
	Voltaje de salida mínimo: 5 V
	Corriente máxima de entrada: 4 A
	Corriente máxima de salida: 3 V
	Potencia de salida: 60 W

Nota: Se detallan características primordiales del módulo elevador de voltaje.(AliExpress, 2018)

Los módulos elevadores de voltaje nos ayudan a regular la tensión, mediante pruebas de medición sabemos que las baterías 18650 con 8800 mAh brindan 4.2 V en la salida por ende los módulos elevadores van distribuidos de la siguiente manera:

El primer módulo elevador de tensión lo utilizaremos como reductor a 3.7V el cual será conectado las luces led delanteras, luces led de dirección y luces led de freno

El segundo módulo elevador será utilizado para elevar la tensión a 7V el cual se conectara a la bornera del ATmega de la placa pcb de control de luces led

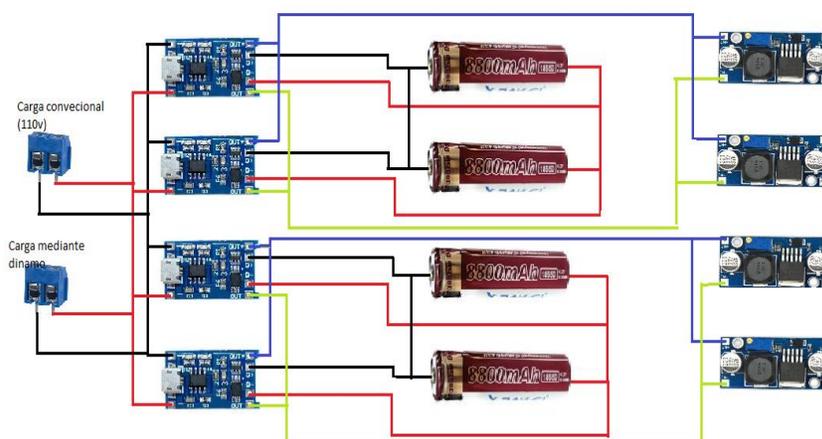
El tercer módulo elevador será utilizado para elevar la tensión a 6V el cual se conectara a la bornera del parlante y en paralelo con las luces led traseras.

El cuarto modulo elevador será utilizado para elevar la tensión a 5V el cual se conectara directamente al USB para cargar el celular.

Cuando las baterías se hayan cargado o se estén cargando podremos utilizarlas mediante las salidas que vienen dadas por los módulos Tp 4056, ver figura 29.

Figura 29.

Esquema de conexión de descarga del banco de baterías



Nota: Los módulos elevadores de tensión funcionan con un par de baterías en serie y paralelo.

3.8.3. **Diseño de la placa PCB del circuito de carga y descarga.**

Se utiliza el software libre de simulación Proteus, el cual nos brinda una amplia gama de funciones para realizar la placa PCB de nuestro circuito de carga y descarga, como se aprecia en la figura 30, mediante borneras se designa las entradas y salidas de nuestro circuito ya que algunos elementos se encuentran a distancias considerables en

4. Modelado de piezas 3d para el sistema

En este capítulo se detalla los medios y dimensiones que se utilizaron para lograr imprimir en 3D piezas que nos ayudan a la adaptación de nuestro sistema, basándonos también en la estética y en la durabilidad que requiere la misma ante diversos fenómenos que puede ser expuesto en la vida cotidiana.

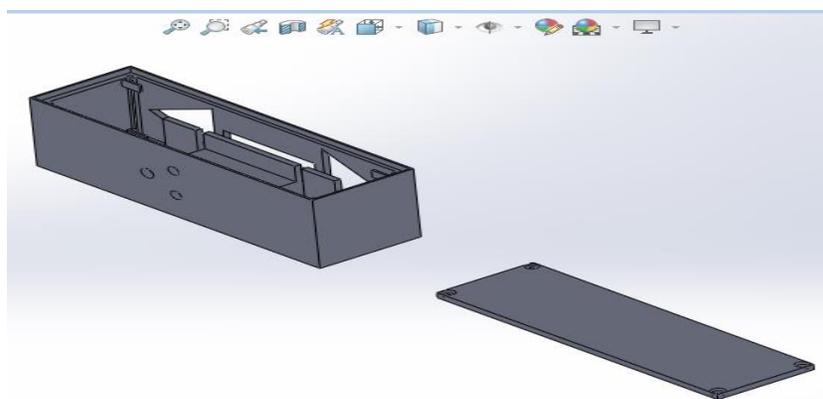
4.1. Diseño de piezas 3D mediante software CAD/CAM para luces led

Se utiliza el software de diseño CAD 3D SOLIDWORKS, porque permite modelar piezas en 3D a partir de planos en 2D, para la adaptación de las luces led se opta por la realización de cajas con sus respectivas tapas, ya que con esto se puede tener una manipulación fácil al acoplar las luces led y también facilita su mantenimiento.

Como se observa en la figura 31, la caja 3D para las luces led trasera y de dirección consta con aperturas de acuerdo a las dimensiones de cada una de ellas con sus respectivos soportes para el fácil acople y desacople.

Figura 31.

Diseño de caja 3D para luces led de dirección y freno

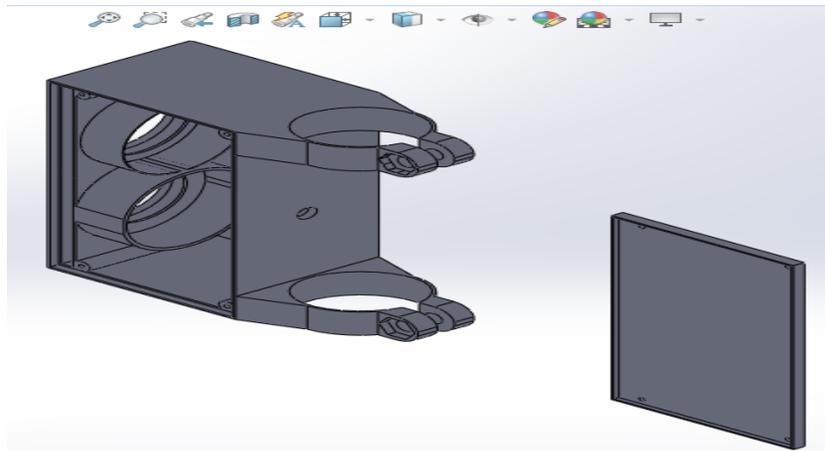


Nota: Los orificios en la parte posterior de la caja son por donde saldrán los cables de las luces led.

Para la caja de las luces led delanteras se realizan dos soportes circulares de tal manera que se fije en el tubo de la parte frontal de la bicicleta, como se observa en la figura 32, los soportes circulares contienen agujeros en su parte posterior para que se ajusten mediante pernos y así tener una caja móvil y no una permanente.

Figura 32.

Diseño de caja 3D para luces led delanteras y soportes

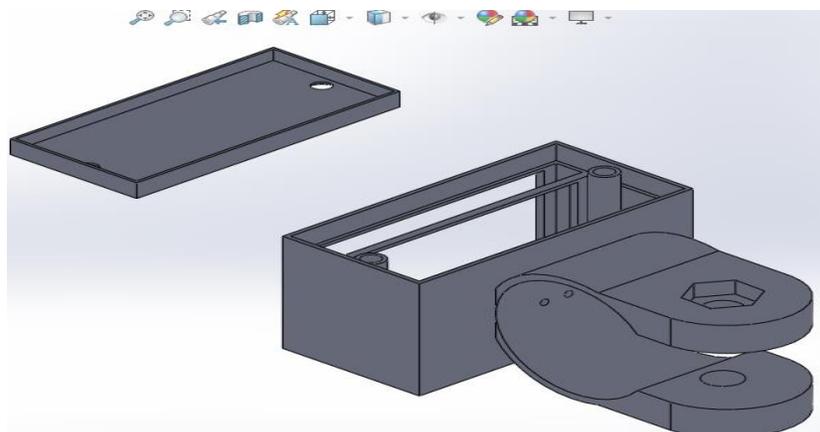


Nota: La caja tiene soportes circulares para que encajen las luces led.

Como se observa en la figura 33, para la adaptación de las luces led de freno se realizan cajas 3D similares a las cajas 3D de las luces delanteras con sus respectivos soportes circulares.

Figura 33.

Diseño de caja 3D para luces led de freno y soportes



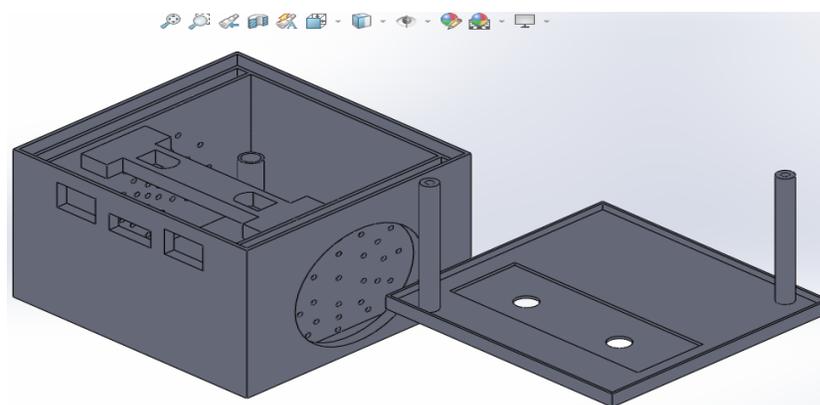
Nota: Los soportes son diseños en base al diámetro del tubo de la bicicleta.

4.2. Diseño de piezas 3D mediante software CAD/CAM para placas PCB

Para las placas PCB se opta por el diseño de cajas con sus respectivos soportes para su colocación de una manera óptima, él encaje es hermético y brinda protección ante lluvias o presencia de agua como se observa en la figura 34 y 35.

Figura 34.

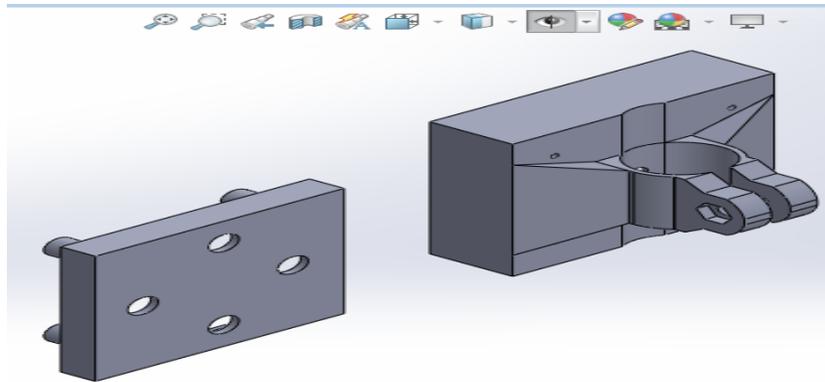
Diseño de caja 3D para placas PCB



Nota: En las aperturas cuadradas de la parte frontal de la caja se colocarán los interruptores y USB.

Figura 35.

Diseño de caja 3D para botoneras



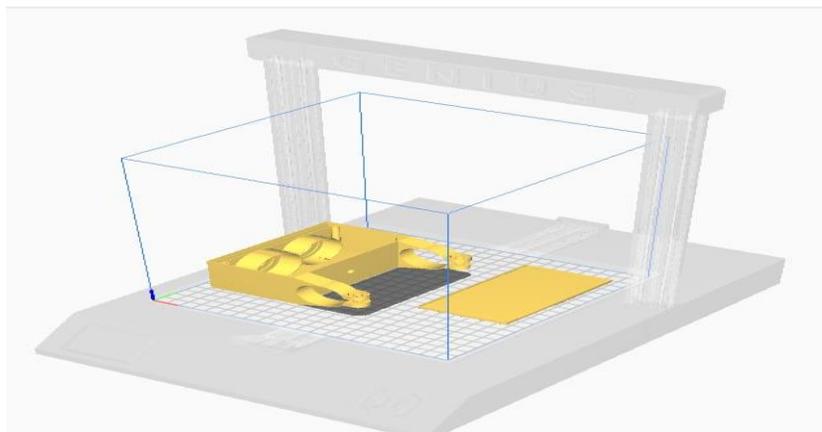
Nota: Caja 3D para pulsadores con tapa de encaje hermético.

4.3. Impresión 3D de las piezas modeladas

Se exportan las piezas de Solidworks en archivos .stl, debido a que es el formato de transmisión de datos estándar para prototipados rápidos. Como se aprecia en la figura 36 se utiliza el software Ultimaker Cura que nos proporciona una interfaz gráfica 3D.

Figura 36.

Impresión 3D mediante el software Ultimaker Cura



Nota: Simulación de impresión 3D mediante el software libre. (Ultimaker, 2017)

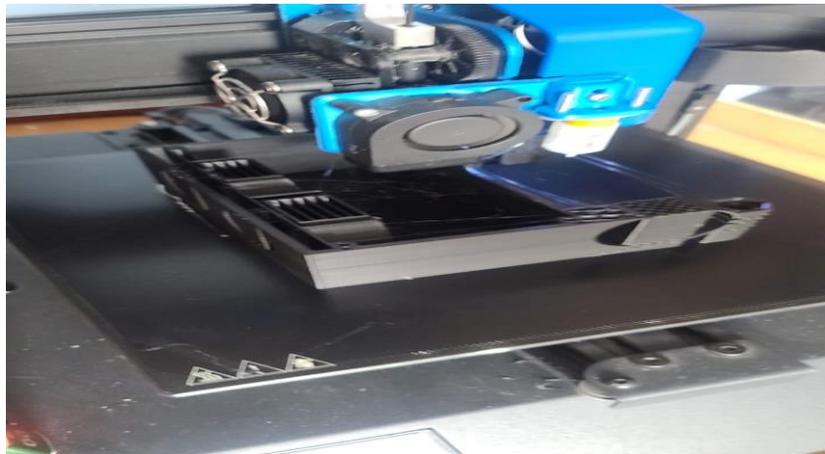
Teniendo en consideración que nuestras piezas al estar sobre un objeto en movimiento tienden a estar expuestas a deformaciones, fricción y peso excesivo por ende se debe utilizar un filamento de impresión que cumpla con las necesidades requeridas

“El PETG se compone de tereftalato y glicol, el resultado es un filamento más claro, menos frágil y más fácil de usar, este filamento es una excelente elección para imprimir objetos robustos con contracciones elevadas” (Salazar, 2018)

Como se observa en la figura 37, se opta por la utilización del filamento PETG ya que nos proporciona una gran durabilidad y resistencia al impacto, además, la impresión es del 40% de relleno debido a que no se quiere proporcionar un peso adicional al ciclista y con ese porcentaje es suficiente para brindar impermeabilidad a nuestras piezas 3D.

Figura 37.

Impresión 3D con filamento PETG y 40% de relleno



Nota: Impresión 3D de la caja de las luces led delantera tiempo de impresión aproximado de 5 horas.

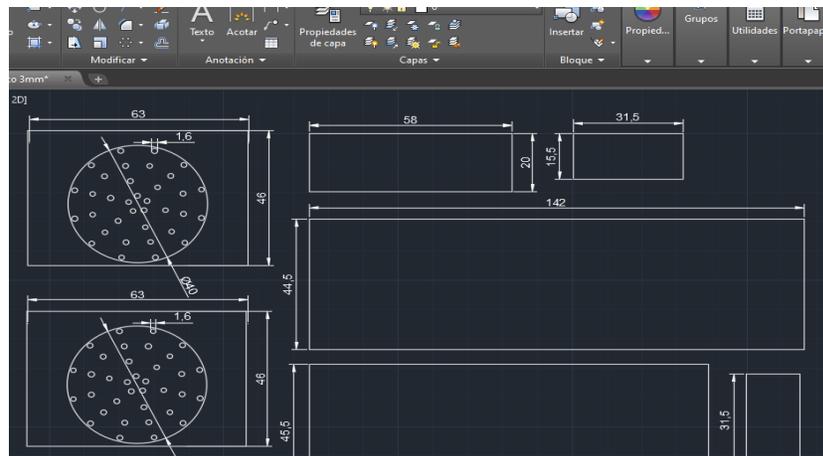
4.4. Diseño de placas en acrílico

Las cajas antes modeladas tiene una apertura donde se colocan placas de acrílico con la finalidad de sellar la caja y permitir la protección de las luces led y placas PCB .Se opta por la utilización del acrílico transparente de 2mm de grosor para no abultar más nuestras cajas en 3D y transparente para que se pueda visualizar las luces led.

Como se aprecia en la figura 38, se utiliza el software de diseño AutoCAD para realizar los planos en 2D acorde a las dimensiones necesarias y posteriormente realizar el corte en láser del acrílico transparente.

Figura 38.

Diseño 2D para corte laser de acrílico



Nota: Diseño 2D del acrílico que sirve para ser visibles las luces led y protegerlas.

5. Pruebas del sistema y costos de inversión

En este capítulo se realizan pruebas de funcionamiento del proyecto propuesto, con la finalidad de corroborar los objetivos antes mencionados y verificar que el sistema funciona eficientemente, además se detallan los costos con los que se realizó el proyecto técnico.

5.1. Funcionamiento de luces led delanteras

Como se observa en la tabla 12, empezamos estableciendo la distancia que alumbran los diferentes tipos de faros de los automóviles con la finalidad de verificar el rango en el que nos puede ver un conductor y realizar una comparación de resultados.

Tabla 12.

Distancia de iluminación de faros de autos

Modelo de faro	Distancia de iluminación
Laser	600 m
Led	300 m
Xenón	90 m
Halógenas	60 m

Nota: Se detallan distancias de iluminación de cada faro a luz alta. (Lois, 2020)

Como se observa en la figura 39, el sitio de prueba no tiene luz adicional como alumbrado público, las distancias que iluminan las luces traseras y delanteras se detallan en la tabla 13.

Tabla 13.

Distancia de iluminación de las luces delanteras y traseras.

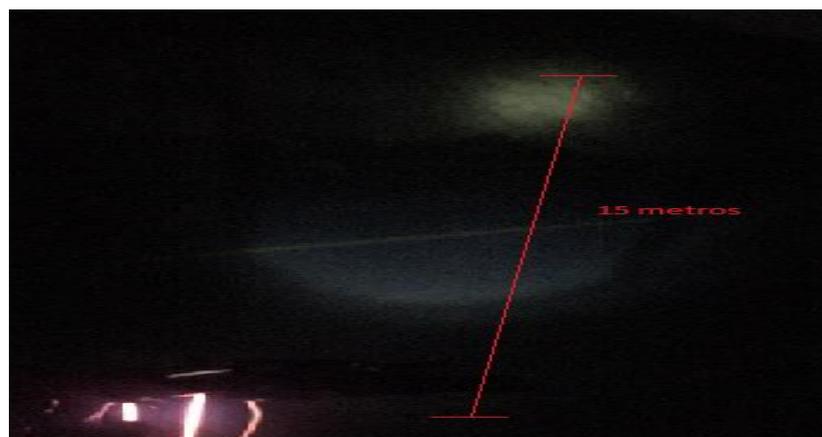
Luces led	Distancia de iluminación
Delantera alta	15 m
Delantera baja	10 m
Trasera	8 m

Nota: Se detallan distancias de iluminación que poseen las luces led altas, bajas y traseras.

Con las luces altas aumentamos la iluminación y se observa sin problema el trayecto en una cicleada nocturna, ver figura 40.

Figura 39.

Distancia de iluminación de las luces delanteras.



Nota: Se coloca la luz frente a una pared para verificar si distancia de iluminación.

Figura 40.*Funcionamiento de la luz led trasera*

Nota: Mediante el pulsador se activa la luz trasera y en el día ilumina una distancia de 3 metros pero permite ser percibido a mayores distancias.

“Los conductores deben de tener una distancia prudencial de tres metros como mínimo con respecto al vehículo que se encuentra delante en el mismo carril permitiendo de esta manera detenerse con seguridad ante posibles emergencias.”

(ANT, 2012)

Tomando en consideración que el faro alógeno brinda la cantidad de iluminación menor en los conductores, a una distancia de 3 metros la luz trasera cumple con la funcionalidad de visibilidad al ciclista. Mientras que con las luces delanteras no se ven necesarias la utilización de las luces bajas ya que el rango de iluminación de las luces altas cumplen la función de ver y dejar ver ya que no el deslumbramiento es casi inexistente.

5.2. Cumplimiento de iluminancia requerida

Este ítem hace alusión al cálculo de reacción y frenado el cual se detalla en el capítulo 3, la luz led trasera es capaz de ser divisada a más de los 300 metros, cuando

se opta por la intermitencia de la luz de color rojo y blanco uno de los 3 modos que contienen esta luz led trasera, como se observa en la figura 41.

Figura 41.

Rango de funcionamiento de la luz led trasera.



Nota: Se aprecia un destello color blanco a la distancia establecida corroborando así a los cálculos realizados.

5.3. Funcionamiento de luces led de maniobra en el día y la noche

Las cuatros luces de direccionamiento funcionan también como luces de parqueo , como se observa en la figura 42 , las luces del manubrio y las de dirección traseras funcionan una vez pulsado un pulsador designado como parqueo en el manubrio.

Figura 42.

Funcionamiento de las luces led de parqueo en la noche



Nota: El sistema tiene las luces de maniobra activas y en la noche tienen un rango mayor de ser divisadas.

Debido a que el sistema debe brindar señalización al ciclista tanto en el día y la noche, se realizan las pruebas de funcionamiento de las luces de parqueo y dirección también en el día como en la noche como se observan en las figuras 42 y 43, los resultados del funcionamiento se reflejan en la tabla 14.

Tabla 14.

Distancias a las que se divisan las luces de maniobra.

Lapso	Distancia
Día	10 m
Noche	18 m

Nota: Las distancias son a las que se pueden divisar sin ningún problema, la distancia a divisar puede ser mayor dependiendo de la claridad del día.

Figura 43.

Funcionamiento de las luces led de parqueo en el día



Nota: Las luces de parqueo están encendidas y se divisan desde las distancias detalladas.

5.4. Funcionamiento de luces led de freno

Cuando se utilizan las manijas de freno, de la parte frontal o trasera se activan las luces de freno, estas luces led son de color rojo y se observan en el día y la noche como se aprecia en las figuras 44 y 45, están colocadas únicamente en la parte trasera de la bicicleta y a los costados del neumático. Las respectivas pruebas son realizadas en el día y en la noche, las distancias a la que son percibidas se detallan en la tabla 15.

Tabla 15.

Distancias a las que son divisadas las luces de freno.

Lapso	Distancia
Día	23 m
Noche	30 m

Nota: Distancias en base a mediciones del rango de visibilidad de las luces de freno.

Figura 44.

Funcionamiento de las luces led de freno en la noche.



Nota: La bicicleta se encuentra frenada y se observa la activación de los leds mediante el accionamiento mecánico del freno.

Figura 45.

Funcionamiento de las luces led de freno en el día



Nota: La bicicleta se encuentra frenada y la luz se percibe a mayores distancias en base a las detallas dependiendo de la claridad del día.

5.5. Funcionamiento de carga del sistema mediante la dinamo

Al comenzar la cicleada continua, el circuito inversor comienza a funcionar y entrega los 5 voltios requeridos para cargar el banco de baterías, como se observa en la figura 46, el led indicador de carga de color rojo se enciende.

Es aconsejable no empezar a cargar el banco de baterías mediante la dinamo si el banco de baterías está cargado completamente mediante el cargador convencional, por ende se colocó un interruptor para que el usuario tenga la facultad de cargar el banco de baterías mediante el dinamo cuando se haya descargado por lo menos el 5% de la capacidad total.

Figura 46.

Funcionamiento de carga mediante la dinamo



Nota: La bicicleta está en movimiento, por ende funciona el inversor y el led rojo indica que el sistema está cargando.

Se desgastaron completamente las baterías y se comienza a realizar el pedaleo como se observa en la figura 47. En la tabla 16 se detalla el proceso de pedaleo hasta lograr una carga completa.

Tabla 16.

Proceso de carga del sistema mediante el pedaleo.

Tiempo de pedaleo	Voltaje de carga
2 horas 35 minutos	1.90 V
3 horas 40 minutos	3.20 V
3 horas 35 minutos	3.05 V

Nota: El proceso de carga se divide en 3 días ya que no se lograba mantener una ciclada superior a los tiempos mencionados por día.

De acuerdo a los datos de la tabla antes mencionada se deduce que el sistema se carga completamente en un tiempo de 9 horas con 50 minutos utilizando únicamente la carga por pedaleo.

Figura 47.

Proceso de carga del sistema mediante el pedaleo.



Nota: Se utiliza un multímetro para verificar el voltaje que se carga en cada etapa.

5.6. Funcionamiento de carga del celular mediante USB

Si el sistema posee una carga completa y únicamente se lo utiliza para cargar el celular como se observa en la figura 48, el celular se carga en un tiempo de 2 horas con 26 minutos

En la figura 49, se observa el proceso de carga de un celular cuando todo el sistema está en funcionamiento sin embargo no se logra concretar una carga completa debido que el banco de baterías se desgasta.

Figura 48.

Funcionamiento del proceso de carga de un celular



Nota. Él teléfono está cargando mediante el banco de baterías del sistema sin ninguna carga adicional activa.

Figura 49.

Funcionamiento de carga de un celular con todas las cargas activas



Nota: Están encendidas las luces del manubrio, luces delanteras, traseras, parlante y carga del celular.

5.7. Tiempo de carga total del banco de baterías

Para este tipo de prueba se optó por la descargar completamente el banco de baterías, cabe mencionar que este tipo de baterías no se pueden descargar por debajo de los 1.1 voltios cada una, como tenemos una conexión en paralelo el voltaje que tiene nuestro banco de baterías es alrededor de 2.3 voltios como se aprecia la figura 50.

Una vez descargado comenzamos el proceso de carga mediante el cargador convencional junto con un cronómetro, cuando el banco de baterías este cargado se enciende el led indicador color rojo y verificamos que el tiempo de carga de nuestro banco de baterías es de 9 horas con 33 minutos, ver figura 51.

Se aprecia que el tiempo de carga es considerable por ende se coloca una entrada de carga adicional al banco de baterías, cabe mencionar que esta entrada es opcional se la utilizara siempre que se quiere disminuir el tiempo de carga.

Figura 50.

Banco de baterías descargado



Nota: El multímetro marca el voltaje de las baterías conectadas en paralelo, el voltaje es relativamente bajo.

Figura 51.

Tiempo de carga del banco de baterías



Nota: El led color azul indica que la carga está completa y el multímetro marca el voltaje de las baterías en paralelo.

5.8. Tiempo de autonomía real con todas las cargas activas

Para esta prueba de funcionamiento se encienden todas las luces led, adicional se conecta un celular para que empiece con su respectiva carga y se enciende el parlante, a la par empieza el conteo un cronómetro como se observa en la figura 52.

Figura 52.

Tiempo inicial de descarga del banco de baterías



Nota: Todas las cargas están activas incluidas la carga del celular el sistema de audio.

Como se aprecia en la figura 51 todo el sistema deja de funcionar en un lapso de 2 horas con 43 minutos.

Figura 53.

Tiempo final de descarga del banco de baterías



Nota: En la circunferencia se aprecia el tiempo que tardo el sistema en descargarse.

5.9. Costos de inversión

Para el desarrollo del proyecto son fundamentales los costos de inversión ya que depende de los costos en mayor parte si es factible o no la inversión en el proyecto, para la valoración del presupuesto se divide los costos en primarios y secundarios siendo:

Costos Primarios. Los que detallan el costo de cada elemento con el que se realizó el sistema de iluminación en una bicicleta. (Ver tabla 17).

Costos Secundarios. Aquellos costos que influyen indirectamente hasta la finalización del proyecto. (Ver tabla 18).

Tabla 17

Costos Primarios

DESCRIPCIÓN(material)	CANT.	P/U	VALOR TOTAL
Bicicleta SUNRACE	1	180.00	180.00
Dinamo SANYO	1	50.00	50.00
Luz led Cree XML XM-L T6	2	40.00	80.00
Luz Led Visión Guard G3X	1	15.00	15.00
Chips intermitentes forma triangular	2	11.00	22.00
Diodo emisor de luz de amarillo	8	0.30	2.40
Luz led tipo Forfar	2	8.00	16.00
Batería 18650 X-BALOG	4	9.00	36.00
Regulador Tp. 7805	1	2.00	2.00
Diodos 1N4002	15	0.40	6.00
Módulo de carga Tp 4056	4	2.50	10.00
Elevador de Voltaje XL6009E1	4	3.00	12.00
Resistencias	20	0.15	3.00
Transistores 2N2222A	10	0.30	3.00

DESCRIPCIÓN(material)	CANT.	P/U	VALOR TOTAL
Pulsadores con tapa 10mm	8	0.50	4.00
Interruptores KCD2	3	0.80	2.40
Conector USB tipo A hembra	1	1.50	1.50
Impresión PCB de pulsadores	2	5.00	10.00
Impresión PCB de circuitos de control	2	26.00	52.00
Impresión 3D de cajas	8	-	120.00
Corte láser del acrílico	5	-	2.50
TOTAL VALOR			\$ 629.80

Nota: La tabla 17 muestra el costo de los elementos principales con los que se realizó el proyecto físico.

Tabla 18.*Costos Secundarios*

DESCRIPCIÓN(material)	CANT.	P/U	VALOR TOTAL
Transporte	-	-	200.00
Papel bond	200	0.02	4.00
Impresiones	150	0.10	15.00
Anillados	1	2	2.00
Empastado	1	8	8.00
Flash memory	1	10.00	10.00
		VALOR	\$ 39.00
TOTAL			

Nota: En la tablas 18 se detallan costos para la culminación del proyecto escrito.

Tabla 19.*Costos totales*

DESCRIPCIÓN	VALOR TOTAL
Costos primarios totales	629.80
Costos secundarios totales	39.00
TOTAL VALOR	\$ 668.80

Nota: La tabla 19 refleja los costos totales que se dieron para la elaboración del proyecto técnico, con un costo de \$ 668.80 dólares americanos.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

- Un sistema de iluminación nocturno eficiente para bicicletas cumple dos funciones primordiales; ser vistos y dejar ver, las luces delanteras de 900 lúmenes ayudan a tener un panorama iluminado en el trayecto del ciclismo nocturno sin deslumbrar a los conductores y la luz led trasera permite ser percibidos visualmente a 300 metros evitando accidentes.
- Las placas PCB fabricadas permiten controlar la intensidad luminosa y el tiempo de encendido de las luces led con lo cual obtenemos luces altas, bajas, de parqueo, de dirección y frenado, facilitando así la interpretación de los conductores mediante la visualización de las luces de maniobra en lo que concierne a cicleadas nocturnas.
- Mediante el modelado e impresión 3D, se logra tener todos los componentes del sistema de iluminación en un estado compacto, ordenado y estético facilitando así su mantenimiento y cambios por repuestos de ser el caso
- En una cicleada nocturna habitual el sistema de iluminación para bicicleta con un banco de baterías cargado completamente y con todas las cargas activas funciona eficientemente dos horas , si se activa la carga mediante dinamo se mantiene un carga estable conforme al pedaleo.

6.2. Recomendaciones

- Debido al desbalance de carga existente en cada módulo de carga conectados a las baterías de litio, se deben cambiar de lugar cada una de las pilas que se encuentran en la caja principal de placas PCB y pilas de litio, esto con el fin de que la carga sea balanceada y así preservar la vida útil de las baterías
- Si el banco de baterías se encuentra con una carga completa no se debe utilizar enseguida la carga mediante dinamo debido a que podría existir un acceso de tensión en los módulos de carga perjudicando así su vida útil, se debe desgastar mínimo un 5 % de la capacidad del banco de baterías y encender la carga por dinamo.
- Al encender el USB para cargar el celular se debe encender la carga mediante dinamo y tener una velocidad constante, esto con el fin de no desgastar rápidamente el banco de baterías
- Para siguientes investigaciones se propone la utilización de una dinamo de buje para la carga del banco de baterías, esto por fines estéticos y reducción de dimensiones.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acosta, M. (9 de Julio de 2017). *Autosolar*. ENERGIAS ALTERNAS:

<https://autosolar.es/blog/aspectos-tecnicos/que-es-el-litio-que-es-una-bateria-de-litio>. Recuperado el 16 de Diciembre de 2020

Adkar. (3 de Marzo de 2018). *Adkar*. FORMAS ENERGETICAS:

https://www.adkar.cl/MLC-498944521-pilas-18650-recargable-baterias-li-ion-18650-8800-mah-42v-_JM. Recuperado el 24 de Enero de 2021

Admin. (5 de Junio de 2014). *Blog Baterias de litio*. BATERIAS:

<https://www.bateriasdelitio.net/>. Recuperado el 2 de Diciembre de 2020

Alibaba. (09 de Septiembre de 2018). *Alibaba*. AUTONOMIA:

https://spanish.alibaba.com/product-detail/waterproof-usb-rechargeable-cob-bicycle-led-bike-cycling-rear-torch-safety-warning-tail-light-with-5-modes-lamp-helmet-use-62491694658.html?spm=a2700.galleryofferlist.normal_offer.d_image.1dd163d5FS0QgA Recuperado el 15 de Diciembre de 2020

AliExpress. (9 de Junio de 2015). *AliExpress*. LUCES LED:

<https://es.aliexpress.com/i/32858241903.html>. Recuperado el 17 de Diciembre de 2020

AliExpress. (27 de Julio de 2018). *AliExpress*. LUCES LED:

<https://es.aliexpress.com/i/32858241903.html>. Recuperado el 20 de Enero de 2021

Amazon. (8 de Abril de 2018). *Amazon*. COMPRA-VENTA:

<https://www.amazon.es/Forfar-Advertencia-bicicleta-Accesorios-seguridad/dp/B076DZ1KNB>. Recuperado el 20 de Enero de 2021

Ambientum. (04 de Julio de 2016). *Ambientum*. AMBIENTE:

https://www.ambientum.com/enciclopedia_medioambiental/energia/conversion_d_e_energia.asp. Recuperado el 2 de Diciembre de 2020

Andres, O. (2012). *Generacion de energia electrica por pedaleo*. Mexico (págs. 393-394)

ANSI/NEMA. (22 de Agosto de 2015). *NITECORE*.ELECTRIC:

<https://www.nitecoremexico.com/ansinema-fl1.html>. Recuperado el 4 de Diciembre de 2020

ANT. (25 de Junio de 2012). *ANT*.AGENCIA ECUADOR:

<https://ant.gob.ec/index.php/ant/base-legal/reglamento-general-para-la-aplicacion-de-la-lotttsv>. Recuperado el 24 de Febrero de 2021

Arduino. (18 de Agosto de 2020). *Arduino*.PROGRAMACION

<https://www.arduino.cc/en/Guide>. Recuperado el 15 de Enero de 2021

Ascher. (6 de Octubre de 2019). *Amazon*.LUCES LED

https://www.amazon.com/-/es/Ascher-recargable-bicicleta-unidades-incluidos/dp/B07FDVSVDX/ref=zg_bs_3403491_2?_encoding=UTF8&psc=1&refRID=PZV8XSWDR8809QWDYV6G. Recuperado el 26 de Enero de 2021

Astudillo, D. (28 de 04 de 2015). *Reciclaje.ele*. REUTILIZACION ELECTRICA:

<https://sites.google.com/site/alumbradopublicosjr/contacto>. Recuperado el 3 de Diciembre de 2020

B.LED. (14 de Enero de 2019). *B.LED.DESLUMBRAMIENTOS:*

<https://www.barcelonaed.com/blog/informacion-led/ugr-indice-deslumbramiento-unificado/#:~:text=Seg%C3%BAn%20estudios%20realizados%2C%20el%20ojo,entre%20100%20y%201.000%20lux>. Recuperado el 6 de Diciembre de 2020

Benitez, J. (2014). *Adaptacion de un sistema electromecanico-automotriz a una*

bicicleta[Tesis de Ingenieria, Universidad San Francisco de Quito]. Repositorio Institucional. <https://core.ac.uk/download/pdf/71395269.pdf>. Recuperado el 17 de Diciembre de 2019

Bermeo, N. (25 de 10 de 2015). *MPPT Solar. ENERGIAS ELECTRICAS:*

<https://www.mpptsolar.com/es/baterias-serie-paralelo.html>. Recuperado el 16 de Diciembre de 2020

Carrot Electronic. (17 de Febrero de 2018). *Carrot Electronic.RECTIFICADORES:*

<https://www.carrod.mx/products/diodo-1n4002-rectificador-100-v-1-a>.
Recuperado el 25 de Enero de 2021

Cofidis. (28 de Junio de 2017). *Cofidis,cuenta con nosotros.CICLEADAS NOCTURNAS:*

<https://www.cofidislikesiclismo.com/algunos-consejos-para-rodar-de-noche/>.
Recuperado el 2 de Diciembre de 2020

Delgado, M. (15 de Noviembre de 2017). *Ideus. CARGA DE CELULARES:*

<https://www.ideus.com/es/blog/que-es-la-carga-rapida-para-movil#:~:text=Un%20cargador%20com%C3%BAn%20de%20un,de%20carga%20de%20una%20bater%C3%ADa>. Recuperado el 15 de Diciembre de 2020

Edison. (30 de 05 de 2012). *Tecnología y Educacion*. TECNOLOGIAS:

<http://www.tecnologiayeducacion.com/tag/thomas-edison/>. Recuperado el 3 de Diciembre de 2020

Espinoza, I. (Abril de 24 de 2017). *Microcontroladores PICS*. CONTROLADORES:

<http://www.electronicaivanespinoza.com/2018/12/como-hacer-un-dimmer-electronico-con.html>. Recuperado el 4 de Diciembre de 2020

Fritzing. (6 de Diciembre de 2015). *Fritzing*. DISEÑO ESQUEMATICO:

<https://fritzing.org/projects/>. Recuperado el 17 de Enero de 2021

Gaizka. (16 de 09 de 2017). *Comparativa.. eu*. LUCES LED:

3 <https://comparativa.eu/las-mejores-luces-para-bicicleta/>. Recuperado el 17 de Enero de 2021

Gaizka. (16 de 09 de 2017). *Corporativa.eu*. LUCES LED:

<https://comparativa.eu/las-mejores-luces-para-bicicleta/>. Recuperado el 3 de Diciembre de 2020

GEEKBOT ELECTRONICS. (25 de Febrero de 2017). *GEEKBOT ELECTRONICS*.

CHIPS LED: de <http://www.geekbotelectronics.com/producto/led-ultra-brillante-blanco-5-mm/>. Recuperado el 27 de Enero de 2021

Hernandez, L. (4 de Febrero de 2018). *Programar facil.com*. TIPOS DE RESITENCIAS:

<https://programarfacil.com/blog/arduino-blog/resistencia-pull-up-y-pull-down/>.
Recuperado el 3 de Diciembre de 2020

Hora, L. (22 de Mayo de 2013). Cicleadas nocturnas: *Una llamada a la accion*. (págs. 30-31)

INEN. (6 de Junio de 2018). *INEN 2243.NORMATIVAS*:

<https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/06/NTE-INEN-2243-VIAS-DE-CIRCULACION-PEATONAL.pdf>. Recuperado el 7 de Diciembre de 2020

Iñaki, S. (12 de 7 de 2008). *Vivir en bicicleta.CICLEADAS*:

http://vivirenbicicleta.info/equ_electricidad.es.html. Recuperado el 18 de Diciembre de 2020

Kohen, V. H. (2017). Intermitencia en luces led. *Iluminet revista de iluminacion*, 84.

Recuperado el 7 de Diciembre de 2020

Ledbox. (8 de Agosto de 2018). *LEDBOXBlog.ILUMINACION*:

<https://blog.ledbox.es/informacion-led/el-chip-en-las-luminarias-led>. Recuperado el 19 de Enero de 2021

Lella, D. D. (10 de 03 de 2016). *Edudevices. FILTRADO CAPACITIVO*:

http://www.sase.com.ar/2012/files/2012/10/RUIDOS_MCU.pdf. Recuperado el 27 de Enero de 2020

Lois, A. (19 de Febrero de 2020). *Autopistas.es.ILUMINANCIAS*:

https://www.autopista.es/noticias-motor/que-distancia-iluminan-los-diferentes-tipos-de-luces-de-los-coches_157570_102.html. Recuperado el 22 de Febrero de 2021

Macias, P. S. (2019). *Epidemiología de la muerte entre ciclistas en el Ecuador desde el año 2001 al 2017*. Quito. Recuperado el 1 de Diciembre de 2020

Madridiario. (22 de Julio de 2019). *Baterías litio.BANCO DE BATERIAS*:

<https://www.madridiario.es/noticia/470346/recomendamos/baterias-18650:->

caracteristicas-usos-y-

ventajas.html#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20caracter%C3%ADsticas%20tienen%20las%20pilas,ser%20protegidas%20o%20no%20protegidas. Recuperado el 2 de Diciembre de 2020

Nexttravelers.ru. (9 de Diciembre de 2015). *Newtravelers.ru*. ILUMINANCIAS:

<https://newtravelers.ru/es/tp-link/lineinyi-stabilizator-napryazheniya-lm7805-samodelnyi-blok-pitaniya-na-baze-etogo.html>. Recuperado el 27 de Enero de 2021

Nubbeo. (6 de Diciembre de 2018). *Nubbeo*. CARGADORES ELECTRICOS:

<https://www.nubbeo.com.ar/productos/cargador-bateria-litio-ion-tp4056-1a-microusb-con-proteccion-nubbeo/>. Recuperado el 28 de Enero de 2021

Ortiz, L. (2017). *Disño y construccion de un prototipo bateria recargable para una bicicleta electrico tipo trike mediante el uso de baterias recicladas de ion de litio 18650*[Tesis de Ingenieria, Universidad Politecnica Salesiana]. Repositorio Institucional. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/13637/1/UPS-CT006930.pdf>. Recuperado el 20 de Diciembre de 2019

Perez, I. (28 de Julio de 2017). *Smoothie*. LUCES DE MANIOBRA:

<https://smoothie.com.co/projects/luces-bicicleta.php>. Recuperado el 17 de Diciembre de 2020

Roble, P. (23 de 04 de 2015). *El diodo*. RECTIFICADORES:

<http://roble.pntic.mec.es/jlop0164/archivos/diodo.pdf>. Recuperado el 25 de Enero de 2021

Salazar, D. (26 de 03 de 2018). *Descubrearduino.com*. PROGRAMACION:

<https://descubrearduino.com/petg-impresion-3d/>. Recuperado el 3 de Febrero de 2021

Significados. (05 de 1 de 2017). *Significados.com*. ENERGIAS ALTERNAS:

<https://www.significados.com/energia-mecanica/>. Recuperado el 3 de Diciembre de 2020

Terra. (06 de 05 de 2006). *Terra Ecologia Practica*. TRANSPORTE ECOLOGICO:

<http://www.terra.org/categorias/comunidad-ecotransporte/la-bicicleta-sin-pilas-dinamos-sin-rozamiento>. Recuperado el 3 de Diciembre de 2020

TINKERCAD. (26 de Junio de 2018). *AUTODESK TINKERCAD*. DISEÑO Y

SIMULACION: <https://www.tinkercad.com/>. Recuperado el 1 de Febrero de 2021

Torres, C. (Dirección). (2017). *Cocodrile clips* [Película].

<https://www.youtube.com/watch?v=lmItO3XeGnw>. Recuperado el 30 de Enero de 2021

Ultimaker. (26 de Mayo de 2017). *Ultimaker Cura*. SIMULACION 3D:

<https://ultimaker.com/es/software/ultimaker-cura>. Recuperado el 29 de Enero de 2021

Wikipedia. (27 de 07 de 2020). *Wikipedia , enciclopedia libre*. GENERADORES

ELECTRICOS:

[https://es.wikipedia.org/wiki/Dinamo_\(generador_el%C3%A9ctrico\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Dinamo_(generador_el%C3%A9ctrico)). Recuperado el 3 de Diciembre de 2020

WorthPoint. (28 de Mayo de 2016). *La dinamo*. MARCAS ANEXADAS:

<https://www.worthpoint.com/worthopedia/vintage-national-sanyo-electric-co-1865062754>. Recuperado el 25 de Enero de 2021

Zeigen. (13 de 09 de 2016). *Zeigen*. FORMAS ENERGETICAS:

<https://www.zeigenmx.com/generador-electrico-de-mano>. Recuperado el 3 de Diciembre de 2020

8. ANEXOS