

# **ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**

## **ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS**

### **OPTIMIZACIÓN DE UN SISTEMA DE AUDIO Y VIDEO MÓVIL ALIMENTADO POR UN DINAMO DE BICICLETA**

#### **TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNÓLOGO EN ELECTROMECAÁNICA**

**Jerson Leonel Colcha Guatemal**

jerson.colcha@epn.edu.ec

**Kevin Alexander Guachamin Cabezas**

kevin.cabezas@epn.edu.ec

**DIRECTOR: ING. Abraham Ismael Loja Romero, MSC.**

abraham.loja@epn.edu.ec

**CODIRECTOR: ING. Carlos Orlando Romo Herrera, MSC.**

carlos.romo@epn.edu.ec

**Quito, mayo 2021**

# CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo fue desarrollado por los Sres. Jerson Leonel Colcha Guatemala y Kevin Alexander Guachamin Cabezas como requerimiento parcial a la obtención del título de TECNÓLOGO EN ELECTROMECAÁNICA, bajo nuestra supervisión:



---

**Ing. Abraham Ismael Loja Romero**  
**MSc.**  
DIRECTOR DEL PROYECTO



---

**Ing. Carlos Orlando Romo Herrera**  
**MSc**  
CODIRECTOR DEL PROYECTO

## DECLARACIÓN

Nosotros Colcha Guatemala Jerson Leonel con CI: 1724720717 y Guachamin Cabezas Kevin Alexander con CI: 1724720717 declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

Sin perjuicio de los derechos reconocidos en el primer párrafo del artículo 144 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación – COESC-, somos titulares de la obra en mención y otorgamos una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva de uso con fines académicos a la Escuela Politécnica Nacional.

Entregamos toda la información técnica pertinente, en caso de que hubiese una explotación comercial de la obra por parte de la EPN, se negociará los porcentajes de los beneficios conforme lo establece la normativa nacional vigente.



---

**Colcha Guatemala Jerson Leonel**  
CI: 172720717  
Teléfono: 0987950983  
Correo: jerson.colcha@hotmail.com



---

**Guachamin Cabezas Kevin Alexander**  
CI: 1722419478  
Teléfono: 0985695036  
Correo: kevin.cabezas@epn.edu.ec

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo está dedicado a los estudiantes y personas interesadas en la generación, almacenamiento, amplificación y consumo de energía continua mediante el uso de un dínamo anclado a bicicleta, fomentando el deporte y la creatividad para generación de electricidad DC, también, está dedicado a las diferentes poblaciones que carecen del servicio de energía eléctrica en el país, ya que con este trabajo podrán acceder al servicio de energía eléctrica por breves momentos y en un futuro puedan hacer uso de este trabajo y los principios de funcionamiento, para crear su propio sistema aplicado al campo que deseen.

Colcha Guatemala Jerson Leonel

# AGRADECIMIENTO

Primeramente, agradezco a mi madre por haberme apoyado en mis estudios, siendo el pilar fundamental en el hogar, cumpliendo con la función de padre y madre a la vez, agradezco los sacrificios que hizo por ver cumplida mi meta y agradezco el apoyo emocional y económico en el transcurso de este tiempo.

Agradezco a la universidad Escuela Politécnica Nacional – ESFOT por haberme aceptado ser parte de la institución, abriéndome las puertas a nuevos conocimientos científico para poder estudiar mi carrera.

Mi agradecimiento también va dirigido al Ing. Abraham Ismael Loja Romero. Por haberme brindado la oportunidad de acceder a sus conocimientos científicos y su experiencia como director de tesis en todos estos años, así también agradezco la paciencia y los consejos que ha sabido brindarme durante el desarrollo de la tesis.

Y para finalizar, agradezco a mis tíos por parte de madre, mis amigos y al “Club de una más y nos vamos por tu ñaña FC “, por acompañarme y apoyarme en todos estos años de universidad.

Colcha Guatemala Jerson Leonel

# DEDICATORIA

El presente proyecto está dedicado a mi familia quienes a pesar de todas las dificultades y problemas que se nos han presentado, siempre me han apoyado y motivado a culminar con mis estudios, y especialmente a mi madre quien me enseñó que desde muy pequeño se debe trabajar muy duro y luchar con perseverancia para salir adelante y alcanzar las metas que se deseé.

A aquellos profesores que creyeron en mí, que con su esfuerzo y dedicación me enseñaron y guiaron a ser una mejor persona.

A todas esas personas importantes en mi vida que siempre estuvieron a mi lado apoyándome, dándome ánimos para no rendirme y llegar finalmente a la meta. A todos ellos con mucho cariño les dedico este trabajo.

Guachamin Cabezas Kevin Alexander

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, agradezco a mis padres por apoyarme emocional y económicamente durante todo este tiempo a pesar de todas las dificultades, fue muy duro, pero al final con esfuerzo, la dedicación y el trabajo pude culminar mis estudios.

A mis hermanos quienes supieron ayudarme, apoyarme, entenderme y aconsejarme, siempre fueron mi gran apoyo y siempre supieron cómo sacarme una sonrisa a pesar de tener un día malo o estar con varios problemas.

A mi prometida por ser un gran soporte muy grande, me dio fortaleza, me motivo cuando lo necesita y nunca dejó que me rindiera, siempre estuviste viendo cada paso, triunfo, derrota, felicidad o tristeza.

Al Ing. Abraham Loja, nuestro director, que con sus consejos y correcciones logramos finalizar el trabajo de titulación.

Guachamin Cabezas Kevin Alexander

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

|     |  |    |
|-----|--|----|
| 1   | Introducción .....   | 1  |
| 1.1 | Objetivo general .....   | 2  |
| 1.2 | Objetivos específicos .....                                    | 2  |
| 2   | Metodología.....   | 3  |
| 2.1 | Técnicas de investigación.....                                 | 3  |
| 2.2 | Descripción de la metodología usada .....                      | 3  |
| 3   | Resultados y Discusión.....                                    | 5  |
| 3.1 | Base del dínamo.....   | 5  |
|     | Base .....   | 5  |
|     | Ejes. ....   | 6  |
| 3.2 | Potencia requerida por el sistema.....                         | 10 |
| 3.3 | Construcción de la nueva “Power Box” .....                     | 11 |
|     | Magnitudes eléctricas .....                                    | 11 |
|     | Interruptor .....  | 13 |
|     | Estructura .....   | 13 |
|     | Dimensionamiento de cables y conectores .....                  | 14 |
|     | Montaje y programación de los elementos de la “Power Box”..... | 16 |
| 3.4 | Elaboración de las cajas acústicas. ....                       | 21 |
| 3.5 | Pruebas y Análisis de Resultados.....                          | 33 |
|     | Relación de transmisión para carga y descarga.....             | 33 |
|     | Tiempo de carga y descarga “Power Box” nueva.....              | 38 |
|     | Prueba de carga y descarga kit antiguo. ....                   | 39 |
| 3.6 | Manual de Uso y Mantenimiento.....                             | 43 |
|     | Utilización del sistema .....                                  | 43 |
|     | Mantenimiento del sistema .....                                | 44 |
| 4   | Conclusiones y Recomendaciones .....                           | 44 |
| 4.1 | Conclusiones .....   | 44 |

|     |   |    |
|-----|---|----|
| 4.2 | Recomendaciones .....   | 46 |
| 5   | Referencias Bibliográficas .....                                  | 47 |
|     | ANEXOS.....   | 50 |
|     | Anexo 1. Certificado de Funcionamiento .....                      | i  |
|     | Anexo 2. Planos del sistema .....                                 | ii |
|     | Anexo 3. Proceso de descarga y descarga. ....                     | vi |
|     | Anexo 4. QR del funcionamiento del sistema de audio y video ..... | x  |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| <b>Figura 2.1</b> Esquema de la metodología usada. ....                 | 4  |
| <b>Figura 3.1</b> Planos de la base metálica. ....                      | 6  |
| <b>Figura 3.2</b> Eje de la base. ....                                  | 6  |
| <b>Figura 3.3</b> Soldadura SAMW.....                                   | 7  |
| <b>Figura 3.4</b> Rin 26 de la llanta y punto de apoyo. ....            | 8  |
| <b>Figura 3.5</b> Peso máximo. ....                                     | 8  |
| <b>Figura 3.6</b> Base del dínamo. ....                                 | 9  |
| <b>Figura 3.7</b> Ejes de apoyo contruidos. ....                        | 9  |
| <b>Figura 3.8</b> Etapas del sistema. ....                              | 10 |
| <b>Figura 3.9</b> Controlador de carga solar conexiones y medidas. .... | 11 |
| <b>Figura 3.10</b> Conexiones banco de baterías.....                    | 12 |
| <b>Figura 3.11</b> Banco de baterías. ....                              | 12 |
| <b>Figura 3.12</b> Tarjeta de carga BMS. ....                           | 13 |
| <b>Figura 3.13</b> Conexión de la tarjeta BMS.....                      | 13 |
| <b>Figura 3.14</b> Pulsador 2 posiciones. ....                          | 13 |
| <b>Figura 3.15</b> Estructura de la “Power Box”.....                    | 14 |
| <b>Figura 3.16</b> Datos de placa del dínamo.....                       | 14 |
| <b>Figura 3.17</b> Borneras. ....                                       | 15 |
| <b>Figura 3.18</b> Terminales Banana. ....                              | 16 |
| <b>Figura 3.19</b> Conectores macho y hembra. ....                      | 16 |
| <b>Figura 3.20</b> Distribución de los componentes de “Power Box”. .... | 17 |
| <b>Figura 3.21</b> Conexiones de los elementos. ....                    | 18 |
| <b>Figura 3.22</b> Función de los botones del controlador.....          | 18 |
| <b>Figura 3.23</b> Implementación del controlador programado.....       | 19 |
| <b>Figura 3.24</b> Implementación del banco de baterías.....            | 20 |
| <b>Figura 3.25</b> Voltímetro.....                                      | 20 |
| <b>Figura 3.26</b> Recubrimiento por termo contraíble. ....             | 21 |
| <b>Figura 3.27</b> “Power Box” en funcionamiento. ....                  | 21 |
| <b>Figura 3.28</b> Vista frontal de caja con medidas.....               | 22 |
| <b>Figura 3.29</b> Vista lateral con corte de la caja con medidas.....  | 22 |
| <b>Figura 3.30</b> Nuevo proyecto.....                                  | 23 |
| <b>Figura 3.31</b> Parlantes disponibles. ....                          | 23 |
| <b>Figura 3.32</b> Agregar un nuevo modelo de parlante. ....            | 24 |
| <b>Figura 3.33</b> Parámetros y modelos del parlante a llenar. ....     | 24 |

|                    |   |    |
|--------------------|---|----|
| <b>Figura 3.34</b> | Guardar el nuevo modelo de parlante. ....                               | 25 |
| <b>Figura 3.35</b> | Selección del número de parlantes y su forma de colocación. ....        | 25 |
| <b>Figura 3.36</b> | Selección de ecualizador. ....  | 26 |
| <b>Figura 3.37</b> | Nombre y creación de la curva características. ....                     | 26 |
| <b>Figura 3.38</b> | Curva de respuesta de frecuencia.....                                   | 27 |
| <b>Figura 3.39</b> | Dimensiones de la caja acústica. ....                                   | 28 |
| <b>Figura 3.40</b> | Parlante tipo ventila.....  | 29 |
| <b>Figura 3.41</b> | Curva característica del parlante tipo ventila. ....                    | 30 |
| <b>Figura 3.42</b> | Parlante con "Port". ....   | 31 |
| <b>Figura 3.43</b> | Armazón de los parlantes.....   | 31 |
| <b>Figura 3.44</b> | Caja acústica resultado. ....   | 32 |
| <b>Figura 3.45</b> | Parlante terminado con "Port" .....                                     | 32 |
| <b>Figura 3.46</b> | Variación de voltaje mínimo y máximo por piñón posterior marcha 1. .... | 34 |
| <b>Figura 3.47</b> | Variación de voltaje de carga por piñón posterior marcha 1. ....        | 34 |
| <b>Figura 3.48</b> | Nivel de dificultad para pedalear piñón posterior marcha 1. ....        | 35 |
| <b>Figura 3.49</b> | Variación de voltaje mínimo y máximo por piñón posterior marcha 2. .... | 36 |
| <b>Figura 3.50</b> | Variación de voltaje de carga por piñón posterior marcha 2. ....        | 36 |
| <b>Figura 3.51</b> | Nivel de dificultad para pedalear piñón posterior marcha 2. ....        | 37 |
| <b>Figura 3.52</b> | Representación del tiempo de descarga. ....                             | 38 |
| <b>Figura 3.53</b> | Representación del tiempo de carga de la batería. ....                  | 39 |
| <b>Figura 3.54</b> | Tiempo de carga kit antiguo. ....                                       | 40 |
| <b>Figura 3.55</b> | Tiempo de descarga kit antiguo. ....                                    | 41 |
| <b>Figura 3.56</b> | QR del uso del sistema. ....  | 43 |
| <b>Figura 3.57</b> | QR del mantenimiento del sistema.....                                   | 44 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|  |    |
|--|----|
| <b>Tabla 3.1.</b> Tablas de intensidad AWG [8]. .....                      | 15 |
| <b>Tabla 3.2</b> Medidas de las piezas en tablero de 8mm. ....             | 29 |
| <b>Tabla 3.3</b> Medidas de las piezas en tablero de 4mm. ....             | 29 |
| <b>Tabla 3.4</b> Frecuencias de corte. ....                                | 30 |
| <b>Tabla 3.5</b> Resultados obtenidos del piñón P1 delantero. ....         | 33 |
| <b>Tabla 3.6</b> Resultados obtenidos del piñón P2 delantero. ....         | 35 |
| Tabla 3.7 Relaciones de transmisiones óptimas para cargar la batería. .... | 37 |
| <b>Tabla 3.8</b> Tiempo de carga kit antiguo. ....                         | 40 |
| <b>Tabla 3.9</b> Tiempo de descarga. ....                                  | 41 |
| <b>Tabla 3.10</b> Parámetros del kit nuevo vs el kit antiguo. ....         | 42 |
| <b>Tabla 3.11</b> Cumplimiento de parámetro de la nueva “Power Box”. ....  | 43 |

## RESUMEN

Cinecyclo es un proyecto ecológico cultural que cuenta con un sistema de audio y video móvil alimentado por un dínamo de bicicleta, el cual realiza diversas presentaciones de videos culturales y educativos por distintos lugares del Ecuador, las funciones principales del sistema son: generar, almacenar, amplificar y proyectar. Para cumplir dichas funciones los integrantes del proyecto motivan a los espectadores a usar la bicicleta.

El presente documento explica el proceso de optimización de un sistema de audio y video alimentado por un dínamo para generar energía mediante el movimiento de la llanta anclada al vástago del dínamo, esta energía será controlada, almacenada y regulada para que ser utilizada por los componentes de audio y video.

En el capítulo de introducción se explican las razones por la cuales es necesario desarrollar este proyecto, los objetivos que se alcanzaron, además se presentan varios conceptos necesarios para comprensión de este documento.

En el capítulo de metodología se expone en qué tipo de investigación está fundamentado este proyecto y se describe la metodología que se utiliza para su realización.

En el capítulo de resultados y discusión se profundiza en el tiempo de funcionamiento del nuevo sistema en base a las pruebas de potencia, es decir, el tiempo que puede funcionar el nuevo sistema a su máxima potencia y el tiempo que puede funcionar el nuevo sistema trabajando a su mínima potencia con las cargas predeterminadas.

En el capítulo de conclusiones y recomendaciones se presenta en base a los resultados obtenidos un análisis del sistema automatizado, resaltando los aspectos importantes del proyecto y se dan algunas sugerencias que pueden servir para el desarrollo de proyectos similares.

En la bibliografía se exponen las fuentes utilizadas para la realización de este documento en formato IEEE.

Finalmente, en los anexos se colocó información relevante para el proyecto que por su magnitud no pudo ser concluido directamente en el documento.

**PALABRAS CLAVE:** Dínamo, Bicicleta, Optimización.

# ABSTRACT

Cinecyclo is an ecological cultural project that has a mobile audio and video system powered by a bicycle dynamo, which executes various presentations, generates, stores, amplifies and projects cultural and educational videos throughout different parts of Ecuador.

This document explains the optimization process of an audio and video system powered by a dynamo to generate clean energy through the movement of the rim anchored to the stem of the dynamo, this energy will be controlled, stored, and regulated so that it is used in the components audio and video, this document consists of 8 main sections that will be detailed below.

The introductory chapter explains the reasons why it is necessary to develop this project, the objectives that were achieved, and presents several concepts necessary for understanding this document.

The methodology chapter explains what type of research this project is based on and describes the methodology used to carry it out.

The results and discussion chapter delves into the operating time of the new system based on power tests, that is, the time that the new system can operate at its maximum power and the time that the new system can operate while working. at minimum power with predetermined loads.

In the conclusions and recommendations chapter, based on the results obtained, an analysis of the automated system is presented, highlighting the important aspects of the project, and giving some suggestions that can be used for the development of similar projects.

The bibliography shows the sources used for the realization of this document in IEEE format.

Finally, in the annexes, information relevant to the project was placed, which due to its magnitude could not be concluded directly in the document.

**KEY WORDS:** Dynamo, Bicycle, Optimization

# 1 INTRODUCCIÓN

El sistema de audio y video móvil es de origen francés, al tener este origen se dificulta la reparación y mantenimiento ya que los componentes no se encuentran disponibles, si los módulos resultan afectados por cualquier tipo de incidencia se deberá importar de su país de origen lo cual aumentará el valor de los elementos y el tiempo de reparación.

La “*Power Box*” del sistema se encuentra dañada y las piezas para la reparación no se encuentran disponibles en el país, además, el corto tiempo de descarga que dispone el sistema de audio y video cuando está funcionando se debe a que utilizaba bancos de capacitores como batería, ocasionando que después de 2 minutos de funcionamiento el audio se distorsione y se pierda, sobre todo, el material con el que está construido las cajas acústicas contribuye a su distorsión. Por otra parte, el peso es un parámetro a mejorar, ya que los capacitores para almacenar el voltaje requerido pesan más que las baterías, también, el sistema no cuenta con una base para sostener el dínamo mientras el ciclista pedalea. Debido a los problemas mencionados no se puede hacer uso del sistema de audio y video móvil.

Para solucionar los problemas abordados en el punto anterior se planteó diseñar y construir una nueva “*Power Box*” que cumpla con los requisitos de voltaje y corriente que el sistema requiera, utilizando elementos que se encuentren disponibles en el mercado en caso de cualquier reparación futura. Además, optimizar el tiempo de duración de la batería reemplazando el banco de capacitores por un banco de baterías de Litio, de esta manera se prolongará la duración de la proyección de videos y se reducirá el peso total de la nueva “*Power Box*”. Al construir nuevas cajas acústicas de madera la calidad acústica del sonido aumentará, ya que es un material absorbente de sonido; por otra parte, se planteó construir una base que permita anclar el dínamo con la bicicleta para el uso en las presentaciones y transportar el sistema cuando se desplacen de un lugar a otro.

El proyecto se encuentra funcionando para Cinecyclo realizando 2 o 3 presentaciones semanales desde hace 3 meses. En el Anexo 1 se encuentra el certificado que avala el funcionamiento del sistema.

## **1.1 Objetivo general**

Optimizar un sistema de audio y video móvil alimentado por un dínamo de bicicleta.

## **1.2 Objetivos específicos**

- Fabricar la base del dínamo.
- Determinar la potencia requerida por el sistema.
- Construir la nueva "*Power Box*".
- Elaboración de las cajas de parlantes.
- Realizar las pruebas de funcionamiento del sistema.
- Elaborar un manual de usuario.

## **2 METODOLOGÍA**

### **2.1 Técnicas de investigación**

En el desarrollo del presente proyecto se empleó la investigación aplicada, esta investigación tiene como finalidad la generación de conocimiento y su aplicación a mediano plazo en el sector productivo y en la sociedad, cabe mencionar que la investigación aplicada utiliza el conocimiento proveniente de la investigación básica [1].

Se aplicaron los conocimientos adquiridos en la carrera de Electromecánica, las materias empleadas son: máquinas y herramientas, electricidad, soldadura, "AutoCAD", entre otros. Al emplear todo el conocimiento adquirido se mejoró el tiempo de descarga del sistema y la calidad del sonido.

### **2.2 Descripción de la metodología usada**

En la etapa inicial del proyecto se realizó una inspección de la antigua "Power Box", debido a que esta fue diseñada y construida en Francia, en la revisión se pudo observar todos los elementos que conformaban el sistema y se constató que algunos elementos con los que se diseñó no se encontraban disponibles en el país, por lo que fue necesario diseñar y construir una nueva "Power Box".

Para brindar las mejoras mencionadas anteriormente se investigó sobre el daño que las baterías pueden causar al medio ambiente y la duración de la carga, de esta manera, se pudo determinar que las baterías de Litio son la mejor opción para realizar el trabajo puesto que almacena voltaje y corriente DC. Además, pueden ser recicladas y gracias a la duración de la batería el sistema puede funcionar por largos periodos de tiempo.

Para cargar las baterías de Litio se necesita de un controlador regulador de carga, este controlará el estado de carga de las baterías, para escoger el controlador se establecieron los voltajes y corrientes máximas y mínimas con el que funcionará el sistema, se tomó en cuenta el voltaje y corriente continua de entrada que suministra el dínamo. Con todos estos datos se estimó que el controlador regulador de carga deberá tener las especificaciones de un voltaje de entrada de hasta 50 (V) y 10 (A), además, debe proporcionar un voltaje de salida de 12 (V) y 5 (A) ya que estos parámetros son los indicados para que funcionen los componentes. Se debe tener en cuenta que el voltaje de salida dependerá del tiempo de carga de las baterías y los parámetros programados en el controlador.

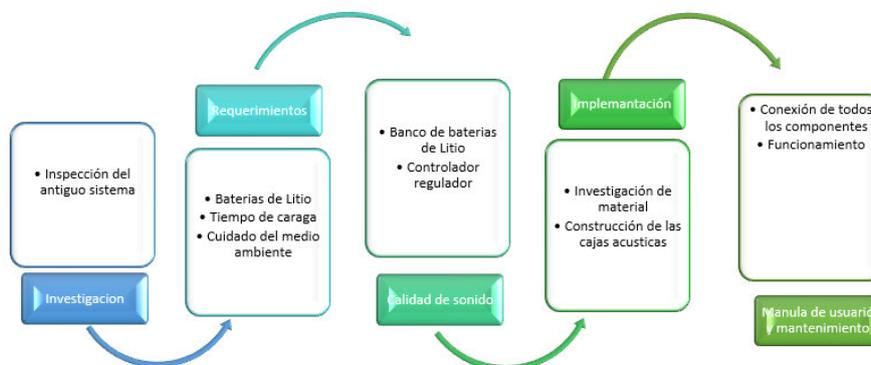
Para este proyecto se necesita que las baterías tengan un voltaje DC de 12 (V) y 5 (A), para conseguir los parámetros se construyó un banco de baterías de Litio el cual cuenta con 6 baterías con un voltaje máximo de 4.2 (V) y un voltaje de trabajo de 3.7 (V) y una corriente de 3 (A). Las baterías sumadas en serie dan un voltaje de 12.6 (V) y sumando la corriente en paralelo proporcionan 6 (A), lo cual es suficiente para que el sistema funcione.

Para mejorar la calidad del sonido se investigaron diversos tipos de materiales que cumplan con los parámetros de hermeticidad y absorción de sonido. Se determinó que el material ideal para la elaboración de las cajas es la madera, ya que es un material acústico absorbente de sonido y debido a la composición porosa absorbe las ondas y las transforma. La estructura de las cajas debe ser uniforme y homogénea de esta manera no influirá en la calidad del sonido

Para la implementación de los elementos la “*Power Box*” se partió desde el anclaje del dínamo a la base de la bicicleta, el vástago del dínamo a la llanta de la bicicleta para la generación de energía, conexiones del dínamo a la entrada del controlador, se programó el controlador para carga de baterías de Litio, se conectó el banco de baterías y por último se realizó la conexión desde la salida del controlador a los componentes externos; con esto se puede realizar las prueba de funcionamiento del sistema.

Finalmente, se elaboró un manual de usuario y mantenimiento en el que se describen las actividades a seguir para el funcionamiento del sistema y el mantenimiento que se debe realizar. También se especificaron los elementos, componentes, herramientas y dispositivos de medida necesarios para realizar el mantenimiento correspondiente.

A continuación, en la Figura 2.1, se muestra el detalle de la metodología aplicada.



**Figura 2.1** Esquema de la metodología usada.

### 3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se optimizó un sistema de audio y video móvil alimentado por un dínamo para el proyecto de Cinecyclo, el cual permite prolongar el tiempo de duración, la calidad de audio y video en cada una de las presentaciones que realizan los integrantes del proyecto, también se redujo el peso y se facilitó el transporte del sistema. El sistema se encuentra conformado por 4 etapas: generación, control, amplificación y audio.

#### 3.1 Base del dínamo.

##### Base

Para determinar las dimensiones de la base se consideró el número de rin que usa la bicicleta, los puntos de apoyo disponible y el peso máximo que soportará.

Al ser una bicicleta de ruta la masa máxima que resistirá es de 101 (kg), el peso máximo se obtendrá por la masa que resistirá la bicicleta y la gravedad como lo muestra la Ecuación 3.1:

$$w = m * g$$

**Ecuación 3.1** Fórmula para calcular el peso [2].

Donde:

g : 9.8 (m/s<sup>2</sup>) gravedad

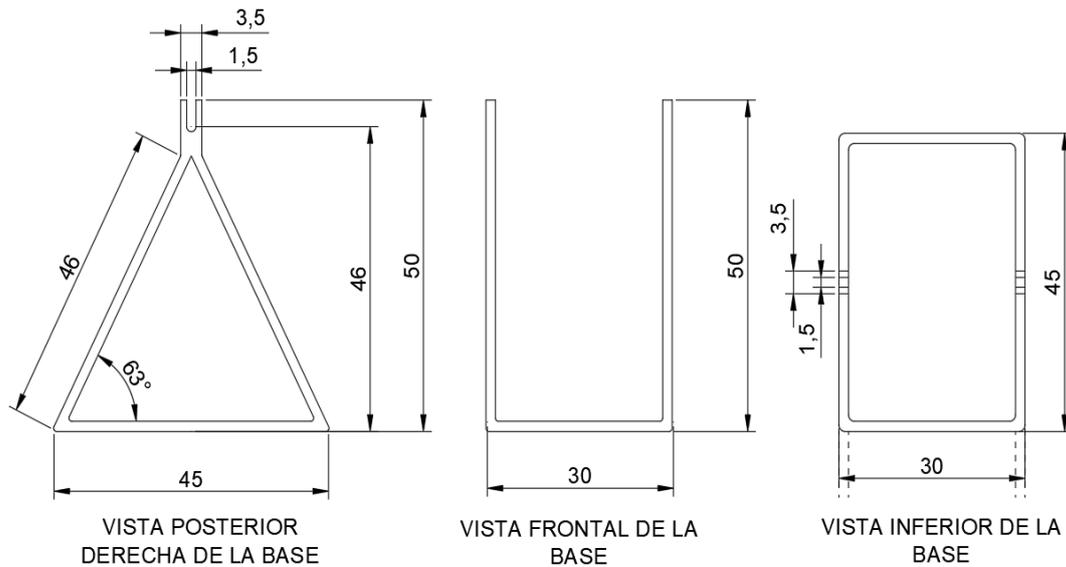
m : 101 (kg) masa

w : (N) peso

Usando la Ecuación 3.1 obtiene:

$$w = 989.8 \text{ (N)}$$

Tomando en cuenta los resultados obtenidos anteriormente se procedió a realizar el diseño de la base metálica para el soporte del dínamo y transporte del sistema, dicha base se realizó con tubo redondo 5/8" y 1.5 (mm) de espesor acatando las dimensiones que se presentan en la Figura 3.1:

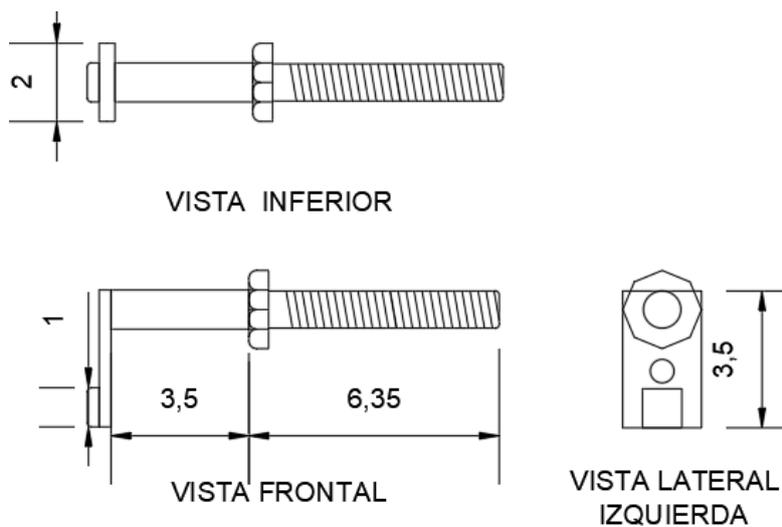


**Figura 3.1** Planos de la base metálica.

El plano se encuentra en el Anexo 2. Estructura de la base.

### Ejes.

Los ejes de la base son los puntos de apoyo posteriores que permiten sujetar la base del sistema a la bicicleta, también ayudan a realizar el giro de 180 ° que debe realizar la base. Para la construcción de los ejes se utilizó 2 pernos de 3/8" X 2.5", varilla cuadrada de 1 (cm) por un largo 3.5 (cm) y platina de 3 (mm) X 3.5 (cm) X 2 (cm) de espesor, largo y ancho respectivamente. Las medidas para la construcción de los ejes se especifican en la Figura 3.2



**Figura 3.2** Eje de la base.

El plano se encuentra en el Anexo 2. Eje de apoyo.

En la construcción de la base se cortó cada una de las piezas según las medidas especificadas en el plano Figura 3.1 empezando por las piezas de la parte inferior de la base que son de 30 X 45 (cm) en corte de ángulo 45°, después se procedió a cortar las piezas de la parte posterior derecha e izquierda las cuales son de 46 (cm) en ángulo de 63°. Adicionalmente se utilizó platina de 3.5 (cm) X 7 (cm) X 6 (mm) de ancho, largo y espesor respectivamente para los ejes o puntos de apoyo de la base, en este punto también se cortaron las piezas en corte recto para los ejes de la base, Figura 3.2.

La Figura 3.3 muestra el proceso de soldadura SMAW utilizado para la unión de las piezas, ya que este tipo de soldadura es muy versátil. Como material de aporte se determinó el electrodo E6011 ya que cuenta con las características necesarias para unir tubos de acero dulce [3], además se utilizaron los planos de la base y los ejes de apoyo Figura 3.1 y Figura 3.2.



**Figura 3.3 Soldadura SAMW.**

En este caso el rin de la bicicleta es el número 26 y los puntos de apoyo disponibles se encuentran en el eje posterior de la llanta de la bicicleta como se muestra en la Figura 3.4.



**Figura 3.4** Rin 26 de la llanta y punto de apoyo.

Como se muestra en la Figura 3.5 la masa que soporta la bicicleta esta distribuida por la masa de persona que es este caso es de 85 (kg) y la masa del sistema es 16(kg) resultando asi una masa de 101 (kg).



**Figura 3.5** Peso máximo.

La Figura 3.6 y Figura 3.7 muestran los resultados finales, la base y los ejes de apoyo contruidos y montados en la bicicleta, las piezas se construyeron en conjunto para comprobar que encajen una con otra y así no se produzcan conflictos con el resultado final de las piezas al momento de montar el kit completo.



**Figura 3.6** Base del dínamo.

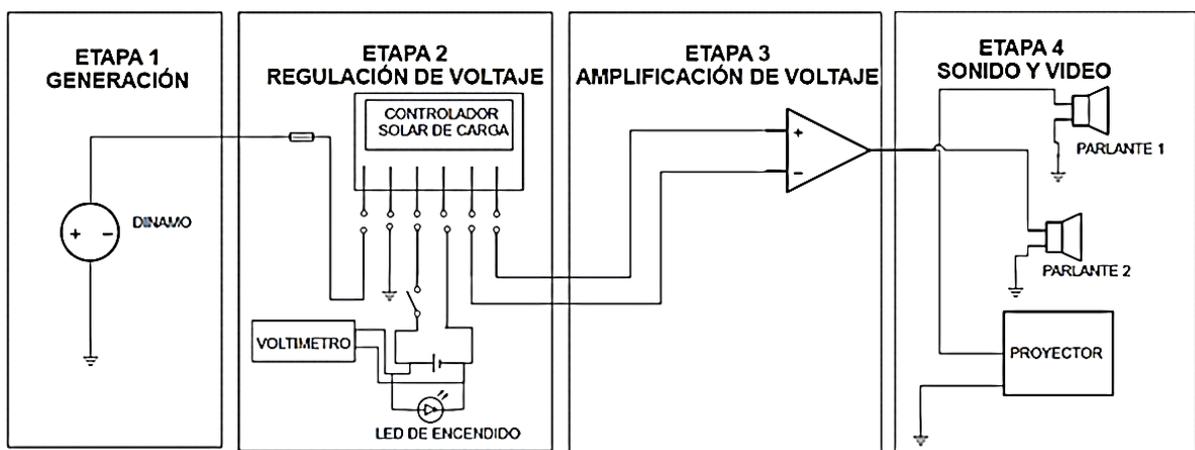


**Figura 3.7** Ejes de apoyo contruidos.

## 3.2 Potencia requerida por el sistema

Para determinar la potencia requerida por el sistema se consideraron los parámetros máximos a los que funciona el sistema, en este caso el volumen al máximo y el proyector en funcionamiento.

Para determinar la potencia del sistema se tomaron valores de voltaje y corriente máximos en la entrada y salida de la etapa 2, los cuales se muestran en la Figura 3.8, de esta forma se establecieron los valores necesarios para dimensionar el nuevo sistema.



**Figura 3.8** Etapas del sistema.

Posteriormente se usó la Ecuación 3.2 para obtener la potencia máxima.

$$P = I * V$$

**Ecuación 3.2** Formula de la potencia DC [2].

Usando la Ecuación 3.2.

V : 12 (V) voltaje

I : 5 (A) corriente

P : (W) vatios

Donde se obtiene:

$$P = 60 (W)$$

### 3.3 Construcción de la nueva “Power Box”

Con los datos que se obtuvieron en el punto anterior se determinaron los elementos para la construcción del nuevo sistema.

#### Magnitudes eléctricas

Se realizó un análisis de la potencia máxima que requiere el sistema, obteniendo así los valores de voltajes y corrientes; y así dimensionar, diseñar y seleccionar los componentes como:

#### Controlador de carga solar

Una vez establecidos los requerimientos de voltaje de 12 (V) e intensidad de 5 (A), se seleccionó un controlador de carga solar Figura 3.9, que permita regular, limitar y controlar los parámetros que se inyectan al banco de baterías y al sistema [4].

Debido a que el flujo de energía que se inyecta a la entrada de la etapa 2 depende de la velocidad con la que el ciclista pedalee la bicicleta, se programó el controlador con los niveles de voltajes máximo, mínimo y corte de alimentación para limitar dichos voltajes, además el controlador cumple con las características técnicas para brindar robustez al sistema ya que soporta un voltaje de entrada de hasta 50 (V) y una corriente máxima de 10 (A) [4].

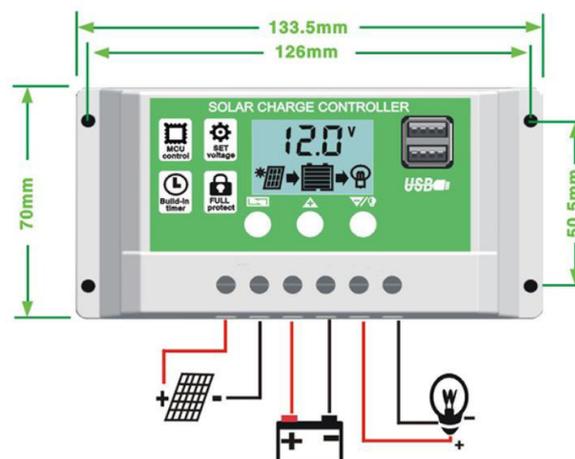


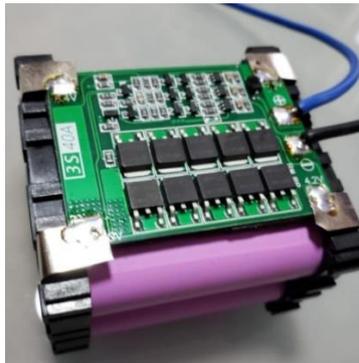
Figura 3.9 Controlador de carga solar conexiones y medidas [5].

### Banco de baterías

En base a la potencia requerida por el sistema y el nivel de voltaje máximo programado en el controlador de carga se diseñó un banco de baterías con las configuraciones serie y paralelo. Se usaron baterías de 4.2(V) y 3 (A) que se observa en la Figura 3.10, siendo necesario el uso de 6 baterías para construir el banco de baterías Figura 3.11, que puede almacenar 12.6 (V) y 6 (A):



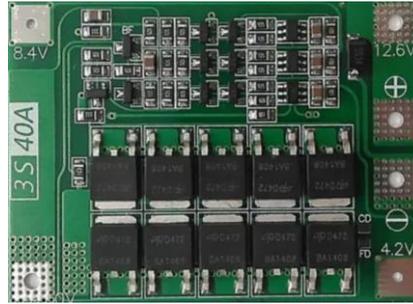
**Figura 3.10** Conexiones banco de baterías.



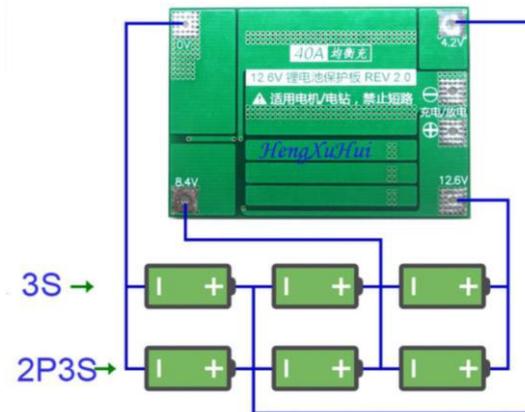
**Figura 3.11** Banco de baterías.

### Tarjeta reguladora de carga BMS

El banco de baterías está conformado por 6 baterías en diferentes configuraciones, por ello fue necesario implementar una tarjeta de carga BMS Figura 3.12, ya que la tarjeta BMS mide el voltaje de carga individualmente en cada una de las baterías, y corta la alimentación cuando la carga se ha completado. La tarjeta de carga BMS tiene como parámetros de funcionamiento; un voltaje de 12 (V) a 13.6 (V) y 40 (A) por lo cual es suficientemente robusta para regular el nivel de carga del banco de baterías [6], las conexiones del banco de baterías y la tarjeta BMS se muestra en la Figura 3.13.



**Figura 3.12** Tarjeta de carga BMS [6].



**Figura 3.13** Conexión de la tarjeta BMS [6].

### Interruptor

En el encendido de la “*Power Box*” se seleccionó un interruptor de 2 posiciones como se muestra en la Figura 3.14, el cual habilita o interrumpe el paso de corriente del banco de baterías [7].



**Figura 3.14** Pulsador 2 posiciones [7].

### Estructura

La estructura constituye en el armazón externo contiene los elementos que conforman la “*Power Box*”. Está constituida por plástico de 3 (mm) de grosor y una tapa que se

cierra herméticamente sujeta por tornillos; las dimensiones de la estructura son 11 X 16 X 16 (cm) de largo, ancho y alto respectivamente como se muestra en la Figura 3.15:



**Figura 3.15** Estructura de la “Power Box”.

## **Dimensionamiento de cables y conectores**

### **Cables**

Para dimensionar el cable que lleva la corriente generada de la etapa 1 hacia la etapa 2 Figura 3.8, se tomó como referencia los datos de placa del dínamo que se muestran en la Figura 3.16:

| DATOS DE PLACA |        |
|----------------|--------|
| Voltaje        | 24 VDC |
| Corriente      | 13,5 A |
| Output         | 250 W  |

**Figura 3.16** Datos de placa del dínamo.

Mediante los datos de placa de la Figura 3.16 se obtiene que:

$$I = 13.5(A)$$

La Tabla 3.1 muestra los valores de corriente que soporta un conductor de cobre, así como la protección de aislante que dispone y el nivel de temperatura. Usando el dato de la intensidad de corriente de salida del dínamo y mediante el uso de las tablas de intensidades de cables AWG Tabla 3.1, se seleccionó el cable para la conexión de la etapa 1 y la etapa 2, el mismo cable se usó para la conexión interna de la “Power Box” Tabla 3.8. Se seleccionó el cable flexible número 14 AWG puesto soporta corrientes hasta 15 (A).

**Tabla 3.1.** Tablas de intensidad AWG [8].

| AMPERAJE - CABLE DE COBRE |                    |                  |                       |
|---------------------------|--------------------|------------------|-----------------------|
| Tipo de aislante          | TW                 | RHW,THW,<br>THWN | THHN,XHHW-2<br>THWN-2 |
| Nivel de temperatura      | 60°C               | 75°C             | 90°C                  |
| Calibre de cable          | Amperaje soportado |                  |                       |
| 14 AWG                    | 15 A               | 15 A             | 15 A                  |
| 12 AWG                    | 20 A               | 20 A             | 20 A                  |
| 10 AWG                    | 30 A               | 30 A             | 30 A                  |
| 8 AWG                     | 40 A               | 50 A             | 55 A                  |
| 6 AWG                     | 55 A               | 65 A             | 75 A                  |
| 4 AWG                     | 70 A               | 85 A             | 95 A                  |
| 3 AWG                     | 85 A               | 100 A            | 115 A                 |
| 2 AWG                     | 95 A               | 115 A            | 130 A                 |
| 1 AWG                     | 110 A              | 130 A            | 145 A                 |
| 1/0 AWG                   | 125 A              | 150 A            | 170 A                 |
| 2/0 AWG                   | 145 A              | 175 A            | 195 A                 |
| 3/0 AWG                   | 165 A              | 200 A            | 225 A                 |
| 4/0 AWG                   | 195 A              | 230 A            | 260 A                 |

### Bornes y terminales

Al igual que para la selección de los cables, se utilizó los datos de placa del dínamo Figura 3.16, y la tabla de Amperaje de cables de cobre Tabla 3.1, para seleccionar las borneras, terminales y conectores. El voltaje generado por el dínamo es receptado por la “*Power Box*” mediante 2 borneras de entrada de color rojo y negro, al igual que para enviar el voltaje de la “*Power Box*” a la etapa de amplificación también cuenta 2 borneras de salida de rojo y negro mostradas en la Figura 3.17. Para no confundir las borneras de entrada y salida, a cada una de ellas se le asignó una letra del alfabeto. Para los cables se usaron terminales banana de color rojo y negro Figura 3.18, en un extremo mientras que en otro extremo se usaron conectores macho Jack Cctv, en los terminales del dínamo y la etapa de amplificación se usaron conectores hembra Jack Cctv como se muestra en la Figura 3.19:



**Figura 3.17** Borneras [9].



**Figura 3.18** Terminales Banana [9].



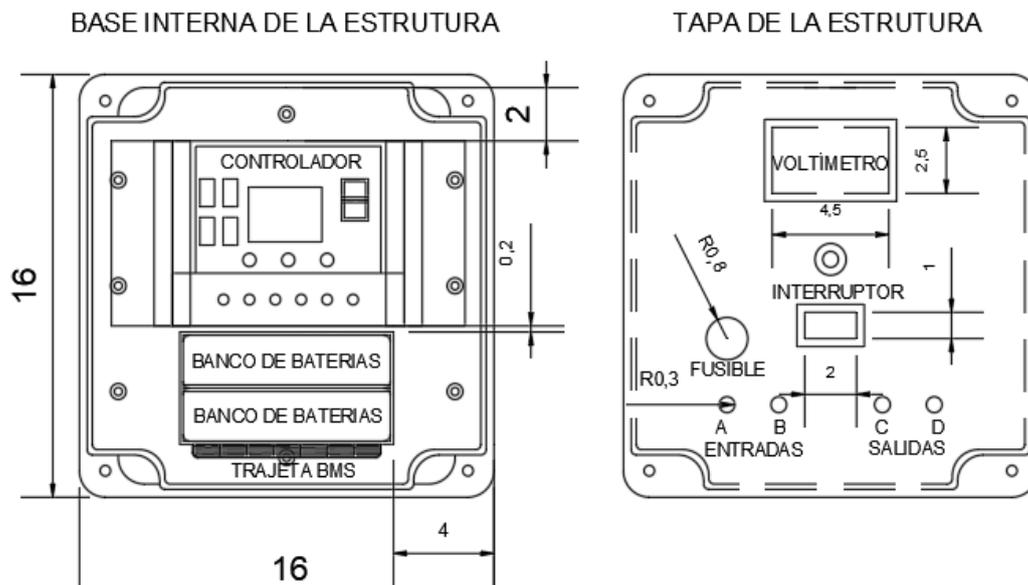
**Figura 3.19** Conectores macho y hembra [9].

### **Montaje y programación de los elementos de la “Power Box”**

Para el montaje de los elementos se prepararon e identificaron los materiales, equipos y herramientas necesarios, analizando las principales características y funcionalidad.

Se interpretó los manuales y esquemas relacionados con el montaje de cada uno de los elementos eléctricos. Se investigaron técnicas y operaciones apropiadas para el correcto montaje, asegurando las condiciones de seguridad y calidad del sistema [9].

Se tomaron como referencia las dimensiones de la “Power Box” establecidas en el párrafo de la estructura para realizar un esquema de la distribución de los componentes en “AutoCad” el cual se muestra en la Figura 3.20.



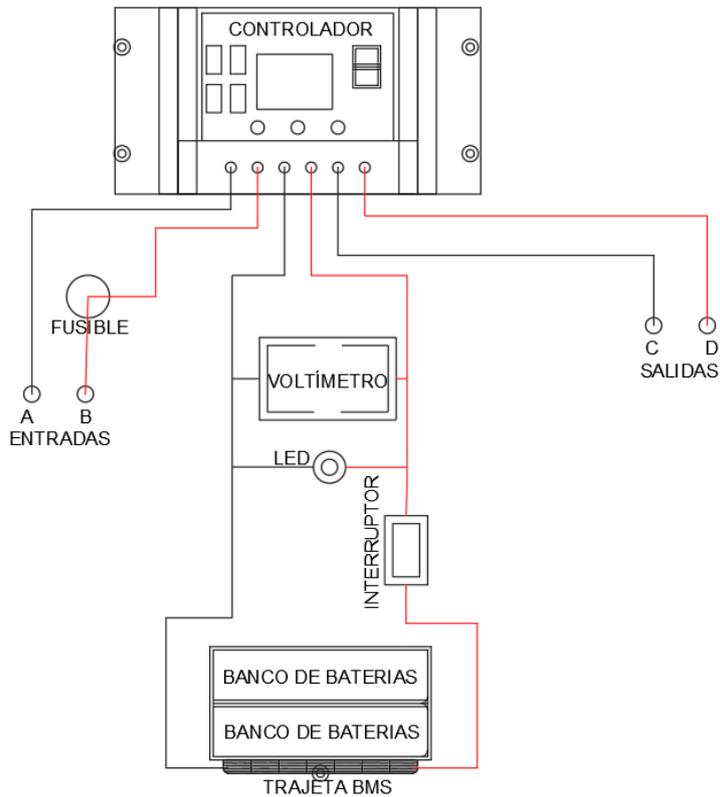
**Figura 3.20** Distribución de los componentes de "Power Box".

Ver Anexo 2: Distribución de los componentes.

Las herramientas utilizadas para el montaje de los componentes fueron: playo, desamadores punta P2, pinza amperimétrica, multímetro, estilete, suelda de punto, cautín, taladro y broca de trompo.

La Figura 3.21 muestra las conexiones de los elementos para la "Power Box" y los colores de cables respectivos para cada conexión, la forma de conexión de los elementos y de qué punto a qué punto van conectados los elementos. La Figura 3.21 sirve como referencia al momento de conectar los elementos.

La conexión más delicada del sistema es la conexión del controlador, puesto que, para conectar el dínamo, la batería y las cargas, se cumple un orden de conexión para no dañar el controlador.



**Figura 3.21** Conexiones de los elementos.

El primer elemento montado en la “Power Box” fue el controlador de carga, para ello se revisó el manual de instalación, en el cual se explican los pasos para poner en funcionamiento el controlador y modificar la programación.

1. El botón permite recorrer por todo el sistema, programando los parámetros de carga de voltaje máxima, mínima, corte y el tipo de batería que se usará. Las baterías pueden ser de ácido de plomo B1 (de fabrica), Batería de Litio B2 y Litio residual B3.
2. Permite aumentar en una unidad la característica seleccionada.
3. Permite disminuir en una unidad la característica seleccionada.



**Figura 3.22** Función de los botones del controlador

Identificación de los bornes del controlador solar y conexión de los elementos:

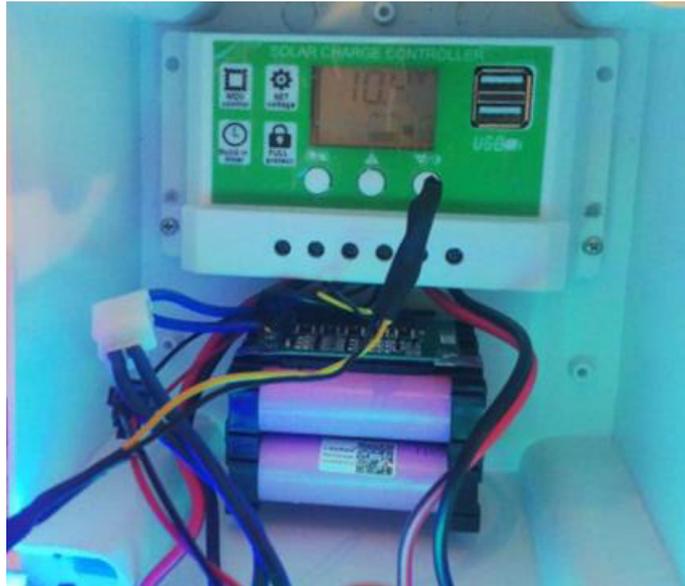
- 1) Identificar los bornes de entrada (panel solar, batería) y salida (la carga).
- 2) Como recomendación del fabricante se verificó que el nivel de carga de la batería sea mayor a 10.5 (V) y menor a 12 (V) antes de conectar al controlador de carga solar, para garantizar que no se produzca ningún daño al controlador.
- 3) Se seleccionó el tipo de batería que se utiliza para el controlador, en este caso una batería de Litio, que en el controlador se selecciona al escoger la opción B2 en el tipo de batería.
- 4) Después se conectó a los bornes de panel solar los terminales del dínamo.
- 5) Se procedió a programar los niveles de voltaje máximos, mínimos y de carga.
- 6) Una vez realizado el paso anterior se conectó la carga al sistema [10].

Para la sujeción del controlador de carga se utilizaron los orificios que posee la base de la estructura, tornillos de 1/4" X 2(mm) y destornilladores como se muestra en la Figura 3.23:



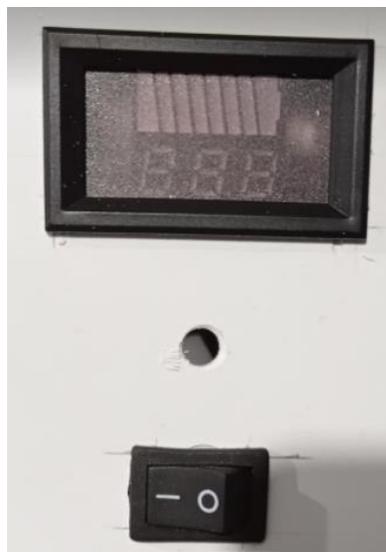
**Figura 3.23** Implementación del controlador programado.

El banco de baterías se encuentra conformado por las baterías y la tarjeta de carga BMS, para la unión de las baterías se utilizó bases de baterías, láminas de aluminio, suelda de estaño y suelda de puntos. Se colocaron 2 filas en paralelo de 3 baterías en serie cada fila y se obtuvo un voltaje de 12.6 (V) y una corriente de 6 (A). Para la sujeción del banco de baterías se usó cinta doble faz, silicona caliente y para ubicar el banco de baterías se utilizaron los diseños de distribución de la "Power Box" Figura 3.20. el resultado final de la ubicación del banco de baterías se muestra en la Figura 3.24.



**Figura 3.24** Implementación del banco de baterías.

Para sujetar el voltímetro y el interruptor se realizaron cortes rectangulares a la parte superior de la tapa de la estructura con las dimensiones de 3.6 X 2.4 (cm) y 2 X 1 (cm) respectivamente para cada elemento Figura 3.20, de esta manera los seguros de cada uno de ellos se pudieron sujetar a la estructura como observa en la Figura 3.25.



**Figura 3.25** Voltímetro.

Las conexiones entre todos los componentes se las realizó con cable AWG número 14 el cual se había seleccionado previamente al ensamblaje, las uniones de los terminales de la “*Power Box*” se recubrió con estaño y con termo-contráible como se muestran en la Figura 3.26:



**Figura 3.26** Recubrimiento por termo contraíble [9].

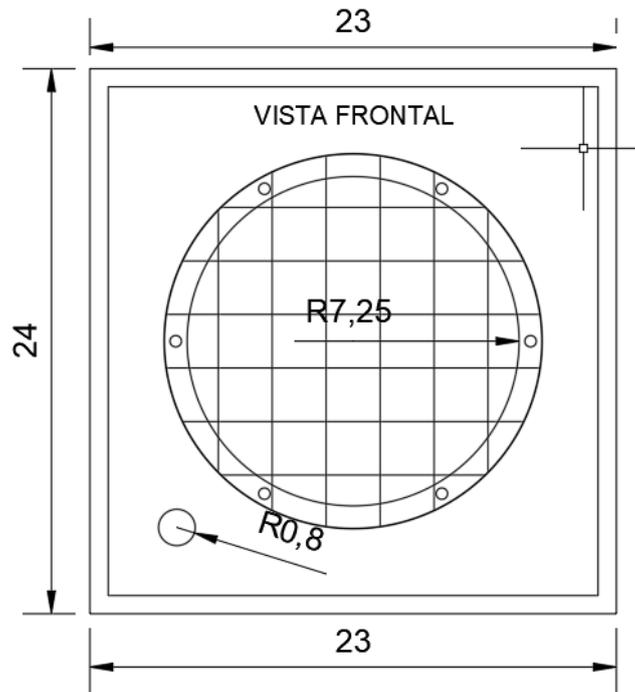
Como resultado se obtiene la nueva “Power Box” en funcionamiento mostrada en la Figura 3.27.



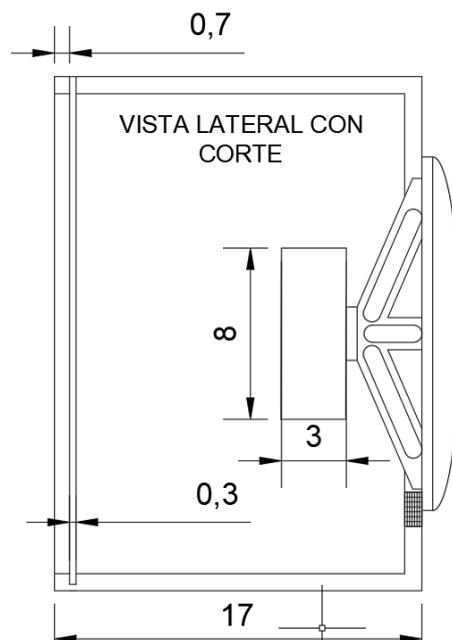
**Figura 3.27** “Power Box” en funcionamiento.

### **3.4 Elaboración de las cajas acústicas.**

El modelo utilizado para la elaboración de las cajas acústicas es el modelo de caja sellada, consiste en una caja de material absorbente acústico, la calidad del sonido depende del material seleccionado para la construcción y elaboración de las cajas acústicas. El material elegido para la construcción de las cajas acústicas fue madera, debido a la gran capacidad de absorber el sonido y es considerada un buen material acústico. De acuerdo con las dimensiones de la mochila de transporte de los equipos y la base de la bicicleta se realizó un esquema en el programa de “Auto Cad” para detallar las medidas de las cajas acústicas que se muestran en la Figura 3.28 y Figura 3.29.



**Figura 3.28** Vista frontal de caja con medidas.



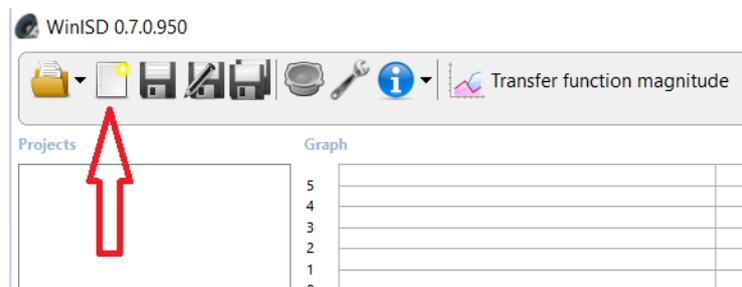
**Figura 3.29** Vista lateral con corte de la caja con medidas.

Véase ANEXO 2: Caja Acústica

El programa "Winisd" permitió analizar la curva de característica de decibeles (dB) vs la frecuencia (Hz), es decir la respuesta de frecuencia y la frecuencia de corte de las cajas, la curva del programa también permite obtener las dimensiones de las cajas acústicas para la construcción de esta.

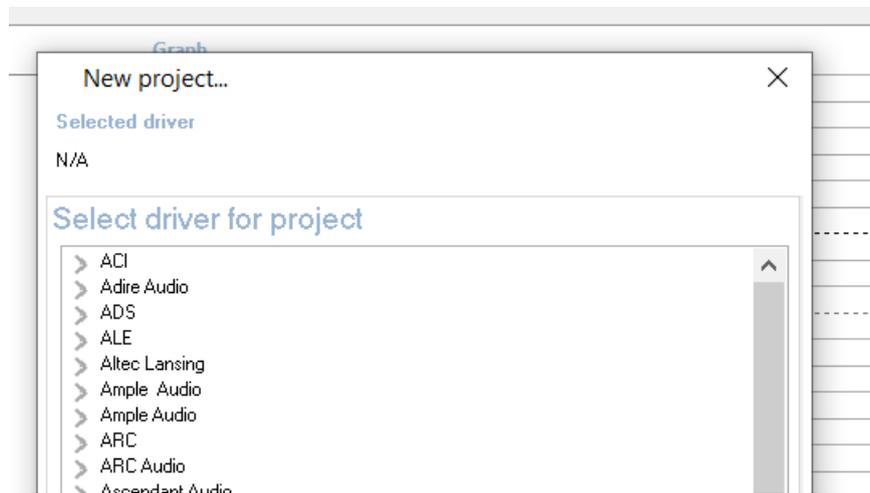
En caso de que el programa no disponga del controlador, el programa permite incluir un nuevo controlador o parlante con las características que se disponga mediante el “*Datasheet*”, también permite modificar parámetro volumen de la caja y número de parlantes por caja.

A continuación, se explica la forma de uso del programa “*Winisd*” para la construcción de la caja acústica. En base al “*Datasheet*” del parlante disponible en el sistema: se crea un nuevo proyecto como se muestra en la Figura 3.30.

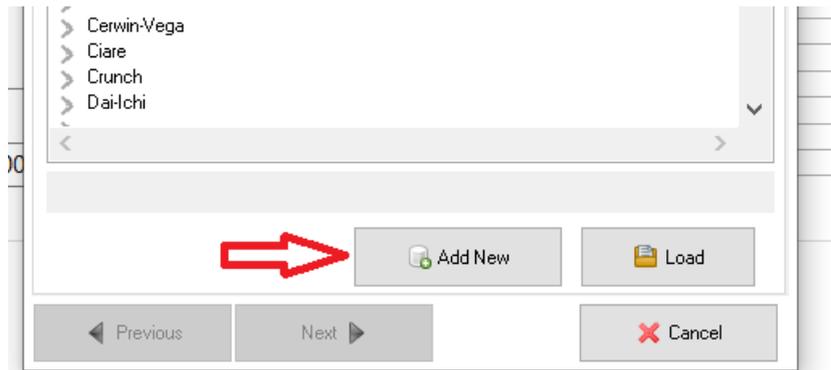


**Figura 3.30** Nuevo proyecto.

Se despliega una ventana con los diversos controladores disponibles en el programa que se muestra en la Figura 3.31, el modelo del sistema, no se encuentra disponible en la base de datos, por lo que se creó un nuevo parlante, dando clic en el botón que se indica en la Figura 3.32.

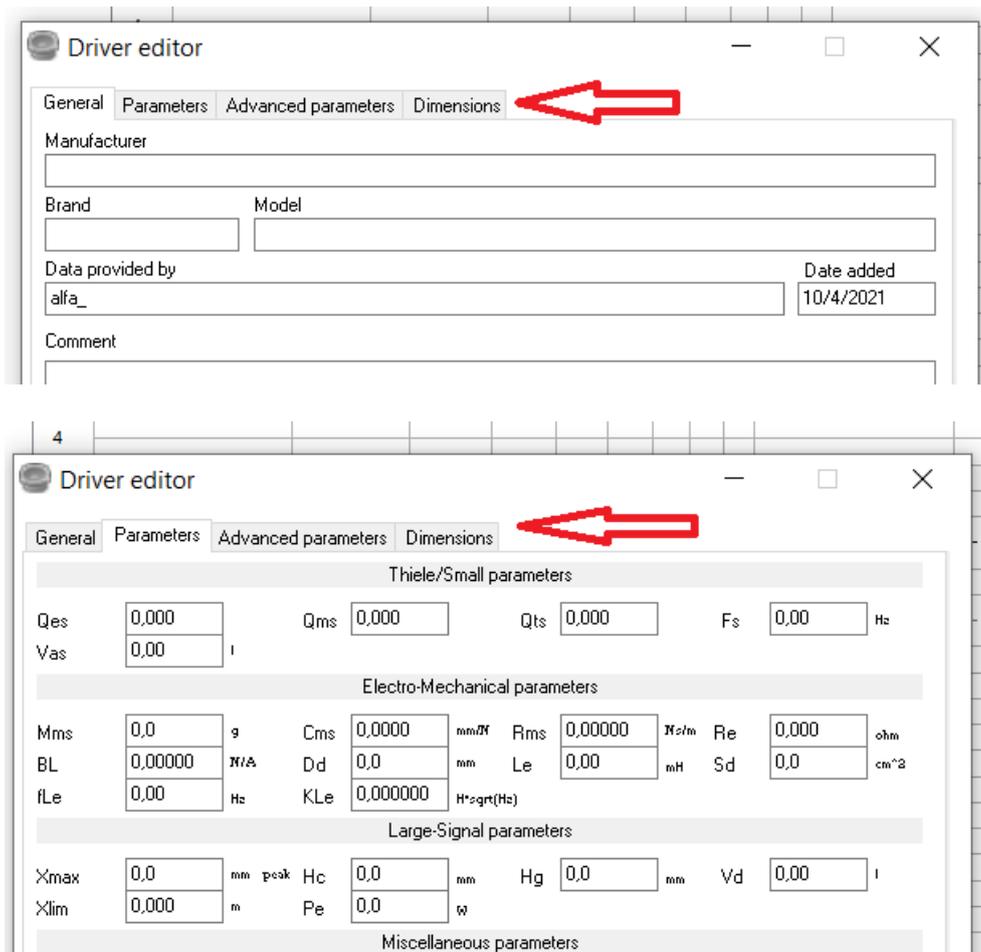


**Figura 3.31** Parlantes disponibles.



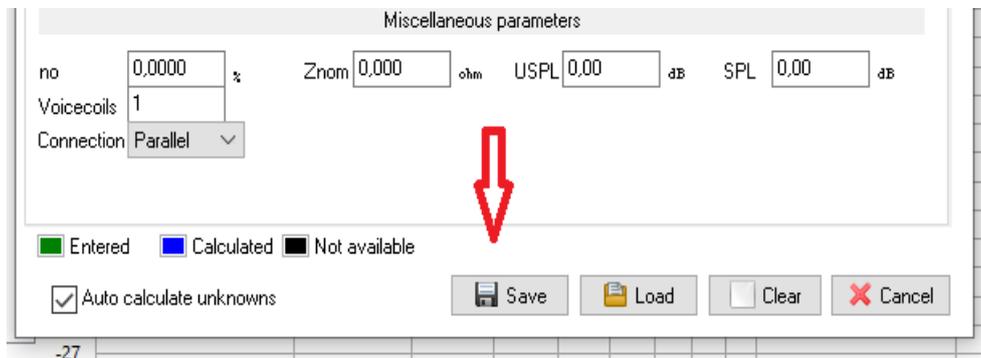
**Figura 3.32** Agregar un nuevo modelo de parlante.

Al presionar el botón "Add New" se despliega una ventana que se observa en la Figura 3.33, esta muestra los parámetros a ingresar, los que se obtuvieron de las características técnicas y el modelo del parlante, las características y modelo se obtuvieron del "Data-sheet" del parlante.



**Figura 3.33** Parámetros y modelos del parlante a llenar.

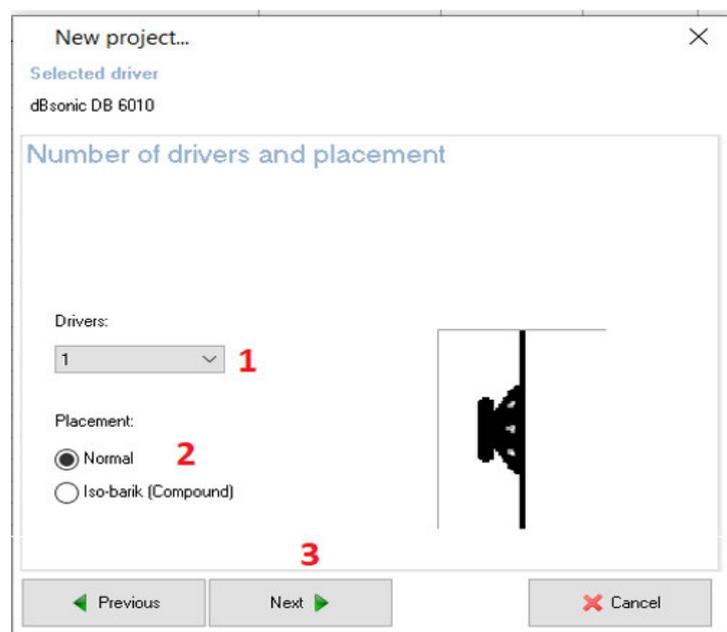
Una vez completos los parámetros en base a los datos del “Data-sheet” se guarda el controlador para poder usarlo en un proyecto futuro como se muestra en la Figura 3.34.



**Figura 3.34** Guardar el nuevo modelo de parlante.

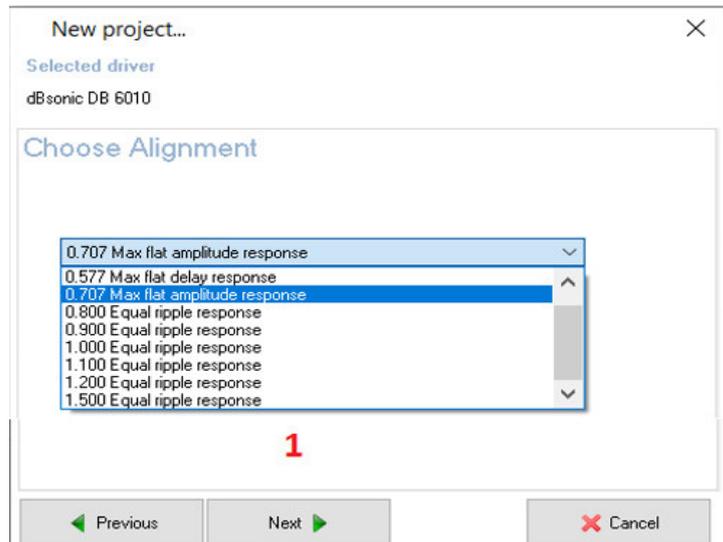
Continuando con la simulación de la curva característica, se desplegará una ventana que se muestra en la Figura 3.35 solicitando:

1. El número de drivers o parlantes que se usara en la caja acústica en este caso 1 por caja.
2. Si el parlante va a ser colocado de forma normal o compuesto, el parlante seleccionado será colocado de forma normal.
3. Después se da clic en el botón “Next” para continuar con la configuración.



**Figura 3.35** Selección del número de parlantes y su forma de colocación.

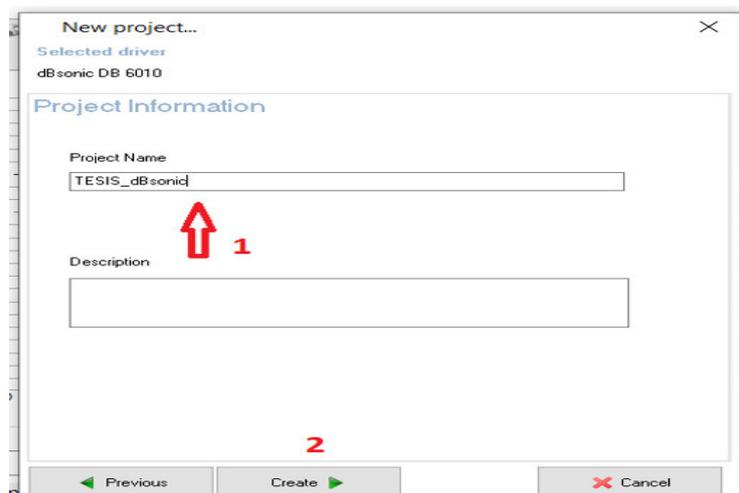
La siguiente ventana desplazada muestra que el amplificador o ecualizador se puede escoger, por defecto se deja el que se encuentra seleccionado en la Figura 3.36 y pulsar en “Next”.



**Figura 3.36** Selección de ecualizador.

La nueva ventana desplegada mostrada en la Figura 3.37 solicita los siguientes literales:

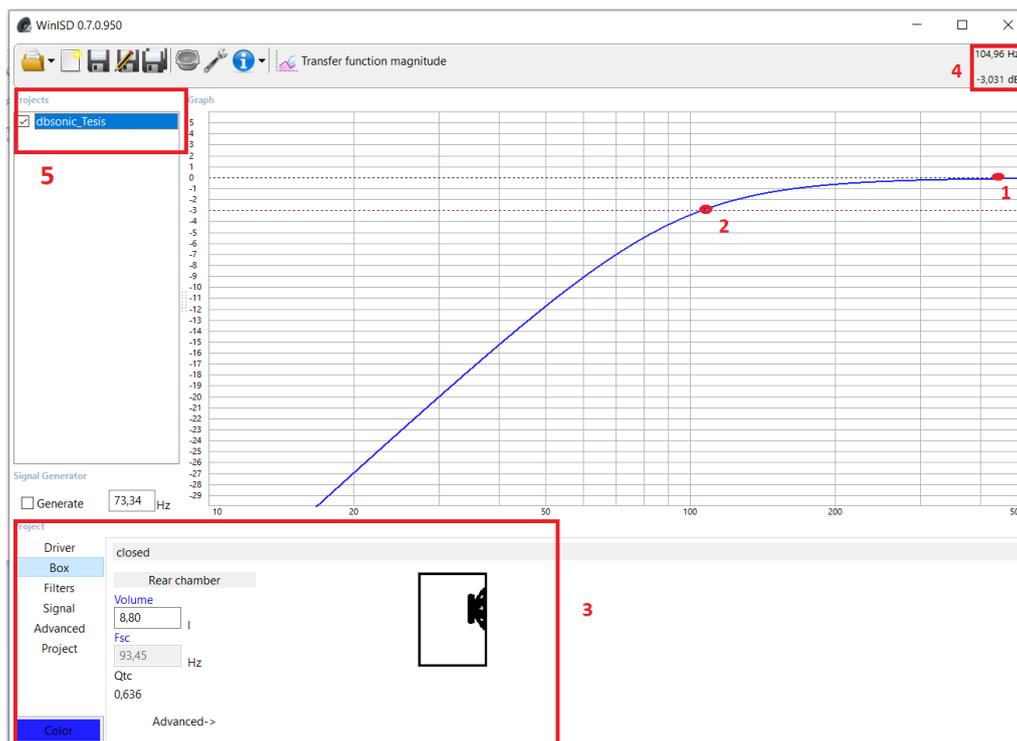
1. Un campo para ingresar el nombre del proyecto con el que se va a visualizar en la curva característica.
2. El botón de “Create” para la generación de la curva.



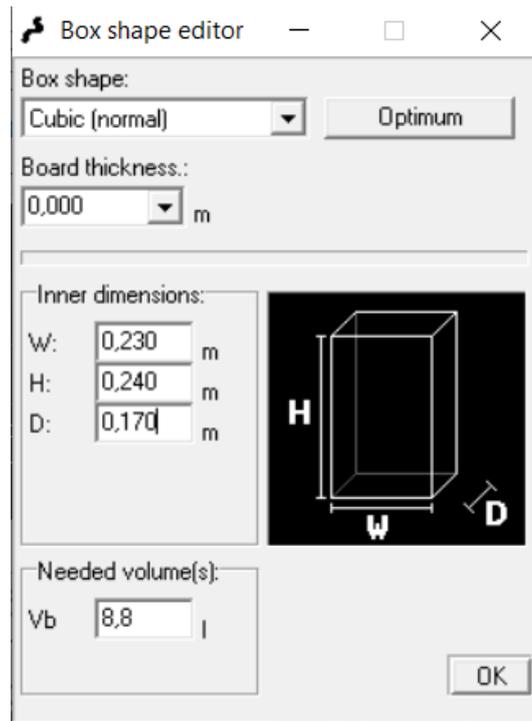
**Figura 3.37** Nombre y creación de la curva características.

La Figura 3.38 muestra la curva resultante y los parámetros controlables de la frecuencia acústica.

1. Refiere al punto ideal o de linealidad al que desea llegar con una frecuencia adecuada dentro del rango de los  $-3\text{dB}$  hasta  $0\text{ dB}$ .
2. Frecuencia de corte en donde la caja entra en la frecuencia de sintonía.
3. Se puede modificar el volumen de la caja acústica y observar cuales son los cambios en la gráfica al aumentar o disminuir el volumen de la caja, también al aumentar o disminuir el volumen de la caja se puede observar la variación de las dimensiones Figura 3.39.
4. Indica los decibelios y la frecuencia de corte en el punto 2 que muestra la Figura 3.38.
5. En este punto se encuentran los proyectos creados y se pueden habilitar o deshabilitar para que se muestren en la gráfica.



**Figura 3.38** Curva de respuesta de frecuencia



**Figura 3.39** Dimensiones de la caja acústica.

Con el material seleccionado y los planos de las de la Figura 3.28 y Figura 3.29 se calcularon los metros cuadrados para las construcciones de las cajas.

$$A = b * h$$

**Ecuación 3.3** Área de un rectángulo.

Donde:

$A$  : (m<sup>2</sup>) área

$b$  : (m) base

$h$  : (m) altura

Usando la Ecuación 3.3 se obtiene:

Para determinar las medidas de tablero se midió la base y altura de las diferentes piezas con la ayuda de un flexómetro, además se identificó la cantidad de piezas a elaborar y finalmente el total será el producto de la base, altura y cantidad como lo muestra la Tabla 3.2 y Tabla 3.3.

**Tabla 3.2** Medidas de las piezas en tablero de 8mm.

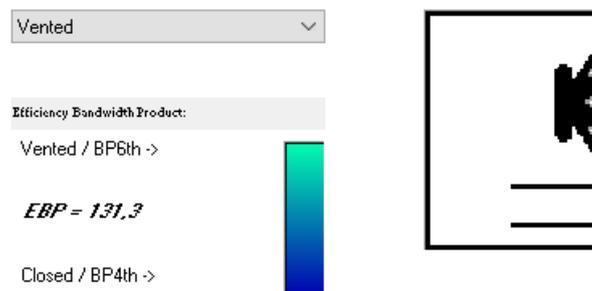
| Piezas   | Base (m) | Altura (m) | Cantidad | Total (m <sup>2</sup> ) |
|----------|----------|------------|----------|-------------------------|
| Lateral  | 0,17     | 0,24       | 4        | 0,1632                  |
| Frontal  | 0,23     | 0,24       | 2        | 0,1104                  |
| Superior | 0,24     | 0,16       | 2        | 0,0768                  |
| Inferior | 0,24     | 0,17       | 2        | 0,0816                  |
| Total    | 4        | 4          | 0        | 0,432                   |

**Tabla 3.3** Medidas de las piezas en tablero de 4mm.

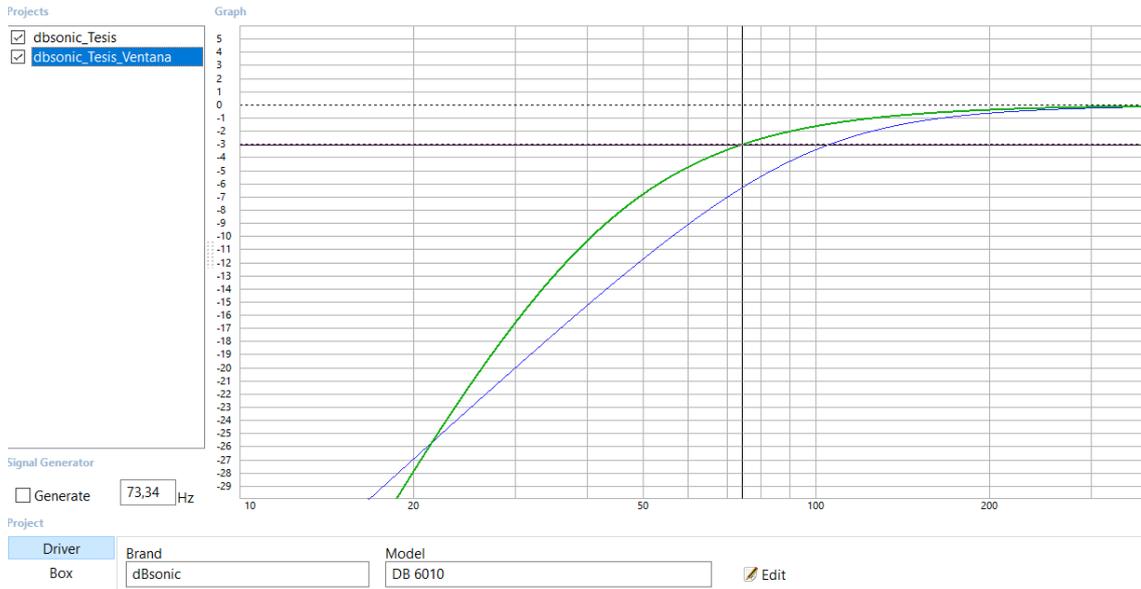
| Piezas   | Base (m) | Altura (m) | Cantidad | Total (m) |
|----------|----------|------------|----------|-----------|
| Espaldar | 0,22     | 0,235      | 2        | 0,1034    |
| Total    | 4        | 4          | 2        | 0,1034    |

Como resultado se necesitó 0.432 (m<sup>2</sup>) de madera de 8 (mm) para el cuerpo de la caja y 0.1034 (m<sup>2</sup>) de madera de 4 (mm) para la tapa corrediza.

Ya que los parlantes son de tipo caja sellada, la respuesta será buena en baja frecuencia y de calidad media. Por ello los parlantes tienen 2 tipos de funcionamiento: el primero como caja sellada que es de la forma planteada y el segundo como parlante tipo ventila, esto se logra al colocar los parlantes de espaldas uno con el otro, demostrando que la curva resultante de frecuencia mejora en la frecuencia de respuesta y de corte como se observa en la Figura 3.40 y Figura 3.41.



**Figura 3.40** Parlante tipo ventila.



**Figura 3.41** Curva característica del parlante tipo ventila.

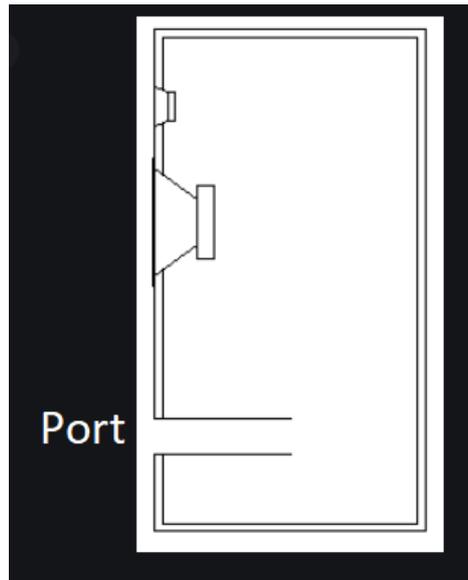
En la Tabla 3.4 se muestra la frecuencia de corte de los 2 tipos de parlantes, es decir la frecuencia a la que se utiliza un sub bajo o un tweeter para complementar la parte de frecuencia bajas faltantes por sintonizar.

Las frecuencias de corte quedan en el siguiente orden:

**Tabla 3.4** Frecuencias de corte.

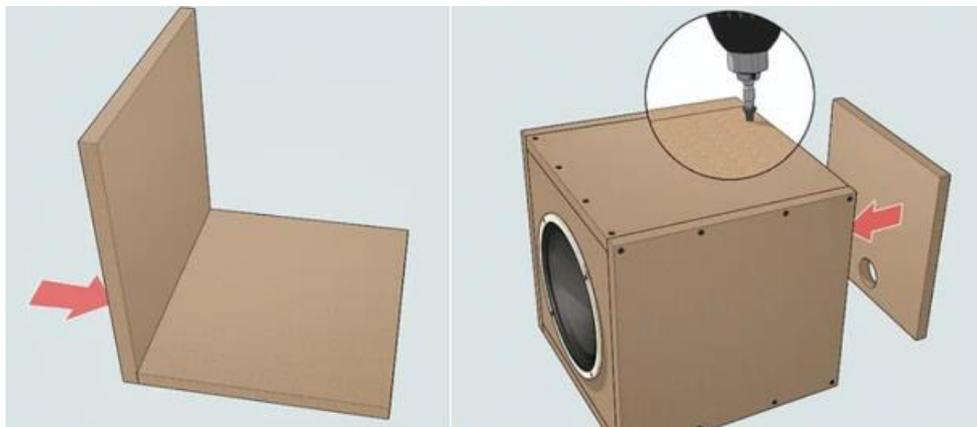
|                     | Parlante sellado | Parlante tipo ventila |
|---------------------|------------------|-----------------------|
| Frecuencia de corte | 74.92 (Hz)       | 106.77 (HZ)           |

Es decir, la nueva que se forma posee un “*Port*” formando una resistencia entre el aire exterior y el interior, por ello no se produce cancelación de frecuencia si no esfuerzo en bajas frecuencias, la apertura del porte debe ser que la onda reflejada y la onda directa se encuentren en fase como se muestra en la Figura 3.42:



**Figura 3.42** Parlante con "Port" [11].

El material se cortó en base a las medidas de las Tabla 3.2 y Tabla 3.3, una vez cortado todo el material, se realizaron los agujeros de la parte frontal de la caja y se unieron las piezas de 8(mm) con pegamento y tornillos como se observa en la Figura 3.43, en base al plano de la caja acústica frontal y latera Figura 3.28 y Figura 3.29:



**Figura 3.43** Armazón de los parlantes [11].

1. A continuación, se probó el encaje de las puertas corredizas y que no tengan ningún tipo dificultad al cerrar y abrir.
2. Seguidamente, se preparó las cajas para el proceso de pintura y sellado.
3. Después se colocaron los componentes de las cajas, componentes como parlante, conector de audio y el cableado.
4. Finalmente, se probó el funcionamiento de los parlantes. El parlante terminado se muestra en la Figura 3.44.



**Figura 3.44** Caja acústica resultado.

La Figura 3.45 muestra los parlantes terminados y ubicados de espaldas uno con el otro, formando de esta forma el port para la superposición de frecuencias más bajas, de esta manera se obtiene una mejor curva de respuesta de frecuencia Figura 3.41.



**Figura 3.45** Parlante terminado con "Port"

### 3.5 Pruebas y Análisis de Resultados

#### Relación de transmisión para carga y descarga.

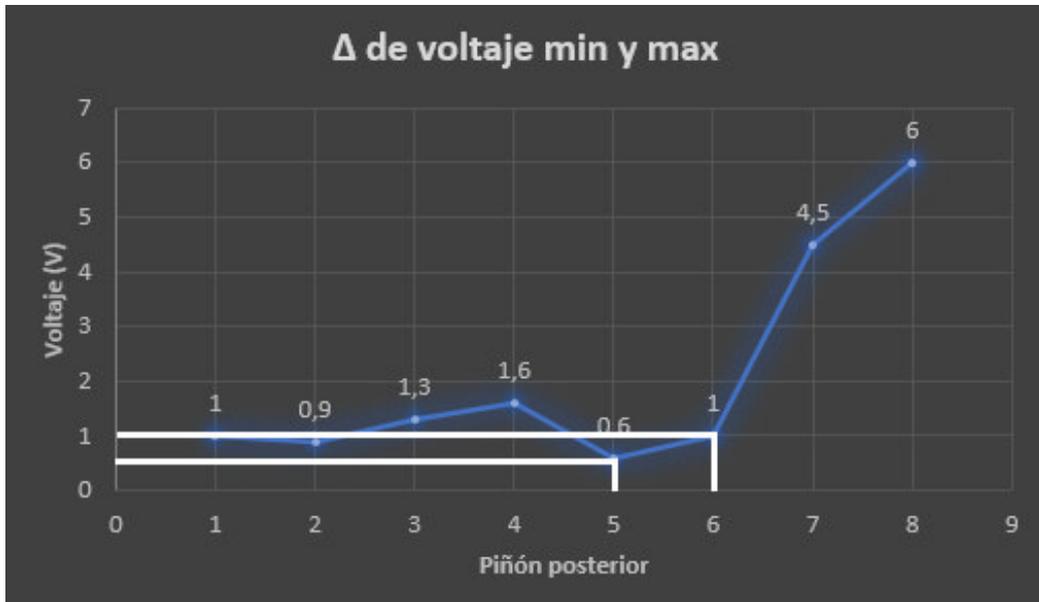
1. La prueba se realizó para definir cuál es la mejor relación de transición entre el piñón delantero y el piñón posterior de la bicicleta, para el proceso de cargar de la "Power Box".
2. Se conectó el sistema y se tomó el valor de voltaje de la "Power Box", después se inició la carga con la relación de velocidad; siendo el de menor diámetro el piñón delantero P1 y el piñón posterior P2 el de mayor diámetro. Se realizaron las combinaciones posibles entre los piñones de la bicicleta, para encontrar la mejor relación de carga.
3. Resultados de la prueba de funcionamiento. Ver anexo 4.

En la Tabla 3.5 se muestra la relación de transmisión entre el piñón posterior y el piñón delantero de la marcha 1, el tiempo mínimo en el cual se realizaron las pruebas, la variación de voltaje obtenido del voltaje mínimo y máximo en los 3 minutos, variación de voltaje de carga obtenido del voltaje inicial y final y el nivel de dificultad que tiene cada relación de transmisión.

**Tabla 3.5** Resultados obtenidos del piñón P1 delantero.

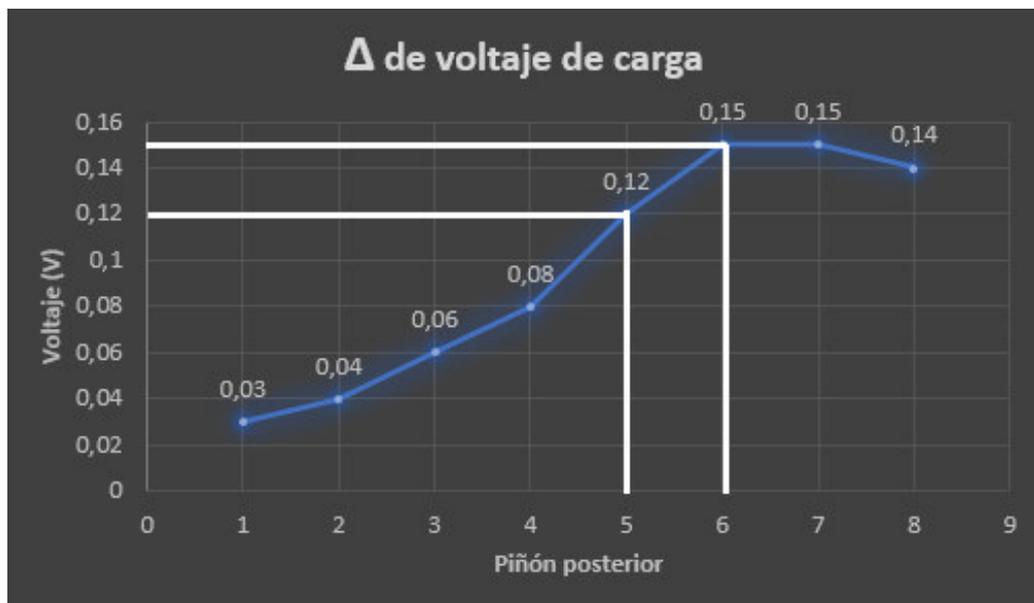
| N # | Piñón #2 | Piñón #1 | tiempo (min) | V obtenidos en 3 min |            | $\Delta$ de voltaje (V) | V inicial (V) | V final (V) | $\Delta$ de voltaje (V) | Nivel de dificultad |
|-----|----------|----------|--------------|----------------------|------------|-------------------------|---------------|-------------|-------------------------|---------------------|
|     |          |          |              | V min. (V)           | V máx. (V) |                         |               |             |                         |                     |
| 1   | 1        | 1        | 3            | 9                    | 10         | 1                       | 11,52         | 11,55       | 0,03                    | 1                   |
| 2   | 2        | 1        | 3            | 9,5                  | 10,4       | 0,9                     | 11,55         | 11,59       | 0,04                    | 1                   |
| 3   | 3        | 1        | 3            | 10                   | 11,3       | 1,3                     | 11,59         | 11,65       | 0,06                    | 1                   |
| 4   | 4        | 1        | 3            | 10                   | 11,6       | 1,6                     | 11,65         | 11,73       | 0,08                    | 1                   |
| 5   | 5        | 1        | 3            | 11,9                 | 12,5       | 0,6                     | 11,73         | 11,85       | 0,12                    | 2                   |
| 6   | 6        | 1        | 3            | 12                   | 13         | 1                       | 11,85         | 12          | 0,15                    | 2                   |
| 7   | 7        | 1        | 3            | 11,5                 | 16         | 4,5                     | 12            | 12,15       | 0,15                    | 3                   |
| 8   | 8        | 1        | 3            | 11                   | 17         | 6                       | 12,15         | 12,29       | 0,14                    | 3                   |

En la Figura 3.46 se observa la variación de voltaje que se obtuvieron de las pruebas realizadas. En la gráfica se observa que los puntos que tengan menor variación de voltaje será la mejor opción de relación de transmisión para el ciclista.



**Figura 3.46** Variación de voltaje mínimo y máximo por piñón posterior marcha 1.

En la Figura 3.47 se observa un crecimiento logístico en la variación de voltaje de carga.



**Figura 3.47** Variación de voltaje de carga por piñón posterior marcha 1.

En la Figura 3.48 se observa el nivel de dificultad de cada relación de transmisión, de acuerdo con las pruebas de pedaleo que se realizaron se puede asegurar que el mejor nivel de dificultad de pedaleo para el ciclista es el número 2.



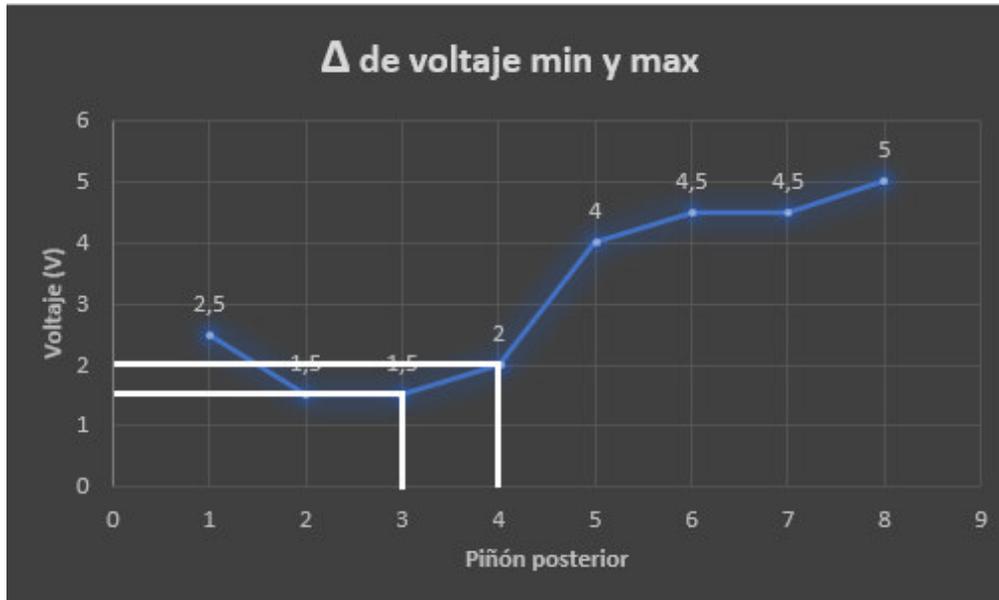
**Figura 3.48** Nivel de dificultad para pedalear piñón posterior marcha 1.

En la Tabla 3.6 se muestra la relación de transmisión entre el piñón posterior y el piñón delantero de la marcha 2, el tiempo mínimo en el cual se realizaron las pruebas, la variación de voltaje obtenido del voltaje mínimo y máximo en los 3 minutos, variación de voltaje de carga obtenido del voltaje inicial y final y el nivel de dificultad que tiene cada relación de transmisión.

**Tabla 3.6** Resultados obtenidos del piñón P2 delantero.

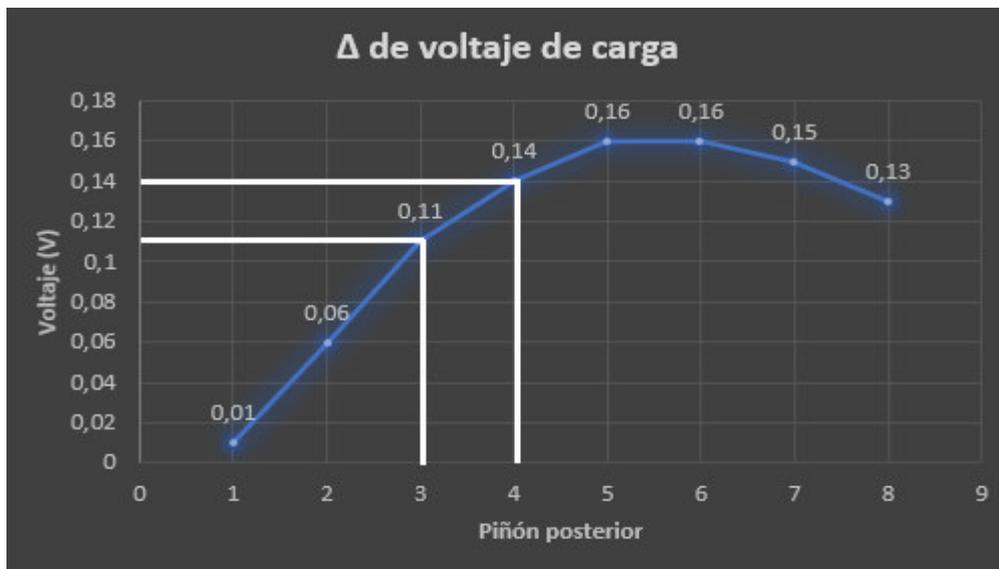
| N # | Piñón #2 | Piñón #1 | tiempo (min) | V obtenidos en 3 min |            | $\Delta$ de voltaje (V) | V inicial (V) | V final (V) | $\Delta$ de voltaje (V) | Nivel de dificultad |
|-----|----------|----------|--------------|----------------------|------------|-------------------------|---------------|-------------|-------------------------|---------------------|
|     |          |          |              | V min. (V)           | V max. (V) |                         |               |             |                         |                     |
| 1   | 1        | 2        | 3            | 9                    | 11,5       | 2,5                     | 11,88         | 11,89       | 0,01                    | 1                   |
| 2   | 2        | 2        | 3            | 11                   | 12,5       | 1,5                     | 11,89         | 11,95       | 0,06                    | 1                   |
| 3   | 3        | 2        | 3            | 12                   | 13,5       | 1,5                     | 11,95         | 12,06       | 0,11                    | 2                   |
| 4   | 4        | 2        | 3            | 12                   | 14         | 2                       | 12,06         | 12,2        | 0,14                    | 2                   |
| 5   | 5        | 2        | 3            | 12                   | 16         | 4                       | 12,2          | 12,36       | 0,16                    | 2                   |
| 6   | 6        | 2        | 3            | 11,5                 | 16         | 4,5                     | 12,36         | 12,52       | 0,16                    | 3                   |
| 7   | 7        | 2        | 3            | 11,5                 | 16         | 4,5                     | 12,52         | 12,67       | 0,15                    | 3                   |
| 8   | 8        | 2        | 3            | 11                   | 16         | 5                       | 12,67         | 12,8        | 0,13                    | 3                   |

En la Figura 3.49 se observa la variación de voltaje que se obtuvieron de las pruebas realizadas. En la gráfica se observa que los puntos que tengan menor variación de voltaje será la mejor opción de relación de transmisión para el ciclista.



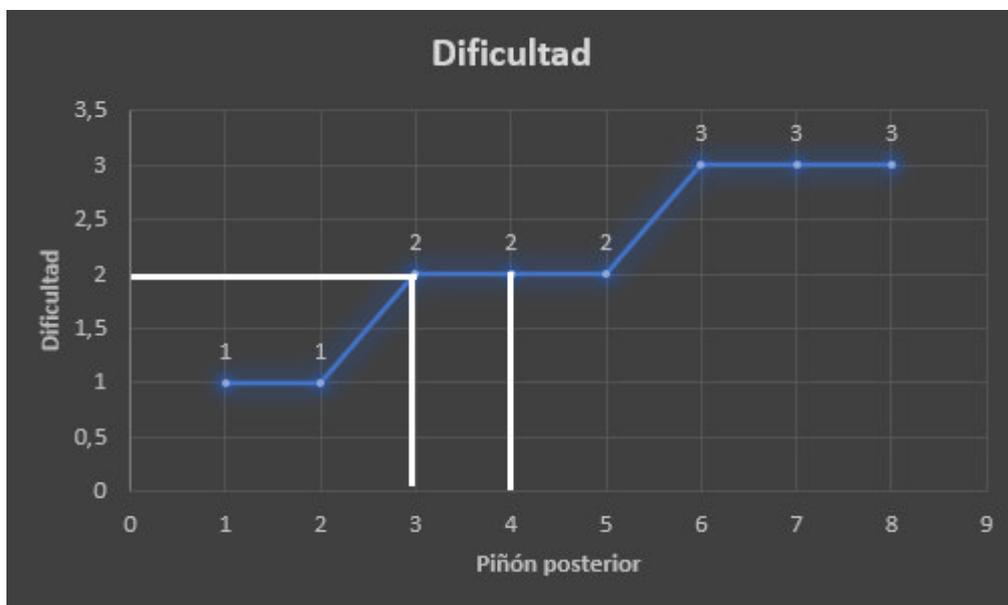
**Figura 3.49** Variación de voltaje mínimo y máximo por piñón posterior marcha 2.

En la Figura 3.50 se observa un crecimiento logístico en la variación de voltaje de carga.



**Figura 3.50** Variación de voltaje de carga por piñón posterior marcha 2.

En la Figura 3.51 se observa el nivel de dificultad de cada relación de transmisión, de acuerdo con las pruebas de pedaleo que se realizaron se puede asegurar que el mejor nivel de dificultad de pedaleo para el ciclista es el número 2.



**Figura 3.51** Nivel de dificultad para pedalear piñón posterior marcha 2.

4. Comentarios relevantes sobre la prueba.

La prueba permitió determinar cuáles son las mejores relaciones de transmisión, para cargar la batería de la “Power Box”, el nivel de carga debe ser tomado cada cierto intervalo de tiempo con cada una de las marchas de la bicicleta, la toma de medias se realiza con un multímetro que disponga de una buena resolución, puesto que el incremento de voltaje con algunas marchas llega a ser en el nivel de centésimas de voltaje.

Las relaciones de transmisiones analizadas se observan en la Tabla 3.5 y Tabla 3.6, en base a los parámetros de voltajes y dificultad obtenidos en las tablas queda el siguiente orden de eficiencia.

Tabla 3.7 Relaciones de transmisiones óptimas para cargar la batería.

| N | Posterior | Delantero | V min (V) | V max (V) | Δ Voltaje (V) | Dificultad |
|---|-----------|-----------|-----------|-----------|---------------|------------|
| 1 | 6         | 1         | 12        | 13        | 0,15          | 2          |
| 2 | 4         | 2         | 12        | 14        | 0,14          | 2          |
| 3 | 5         | 1         | 11,9      | 12,5      | 0,12          | 2          |
| 4 | 3         | 2         | 12        | 13,5      | 0,11          | 2          |

### Tiempo de carga y descarga “Power Box” nueva.

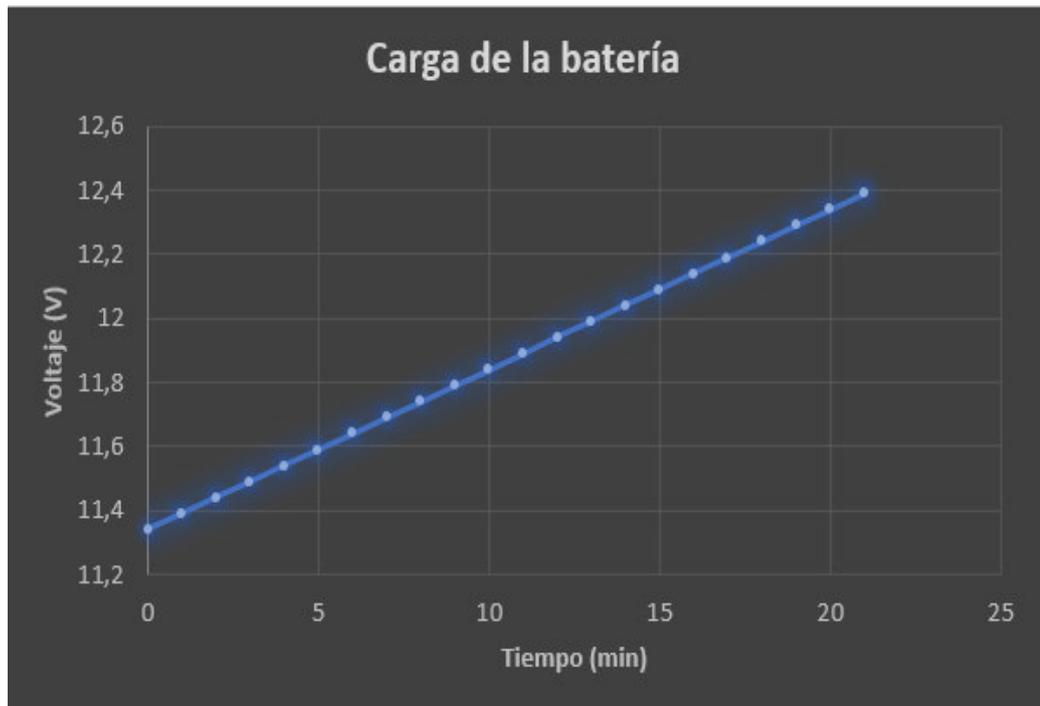
1. El objetivo de la prueba es determinar el tiempo que se demora en cargar y descargar la “Power Box” mediante las relaciones de transmisión determinadas en la prueba anterior, también el tiempo en que se descarga la “Power Box” cuando todo el sistema se encuentra funcionando al 100%, para realizar la comparación entre los datos del antiguo sistema y el nuevo sistema.
2. Con un cronometro se tomó el tiempo que se demora en cargarse la batería 1 (V) y cuanto se demora en descargarse, para realizar una comparación con el tiempo de descarga del kit antiguo.
3. El anexo 3 y en la Figura 3.52 se presenta el tiempo de descarga de la batería cuando el sistema funciona al 100%.



**Figura 3.52** Representación del tiempo de descarga.

Proceso de carga con relación de piñones  $P2=6$  y  $P1=1$  se muestra en la Figura 3.53 y el anexo 3

Representación del tiempo de descarga.



**Figura 3.53** Representación del tiempo de carga de la batería.

4. Comentarios relevantes sobre la prueba

Los parámetros de voltaje de carga y descarga se basan en los voltajes programados en el controlador, el tiempo de carga depende la velocidad constante con la que pedalea el ciclista y el tiempo de descarga depende de la capacidad a la que esté funcionando el sistema de audio y video.

**Prueba de carga y descarga kit antiguo.**

1. Obtener los datos para realizar cuadros comparativos entre el kit antiguo y el kit nuevo.
2. Se cargó el kit hasta su voltaje de funcionamiento 12.6 (V) cronometrando el tiempo que le tomará en cargarse y descargarse.
3. Resultados de carga y descarga.

En la Tabla 3.8 y Figura 3.54 se observa el tiempo que se demoraba en cargar el Kit antiguo.

**Tabla 3.8** Tiempo de carga kit antiguo.

| Carga        |             |
|--------------|-------------|
| Tiempo (min) | Voltaje (V) |
| 0            | 0           |
| 1            | 1,2         |
| 2            | 2           |
| 3            | 3,1         |
| 4            | 4,1         |
| 5            | 5           |
| 6            | 6,1         |
| 7            | 7,5         |
| 8            | 8,9         |
| 9            | 10          |
| 10           | 11,2        |
| 11           | 12,6        |

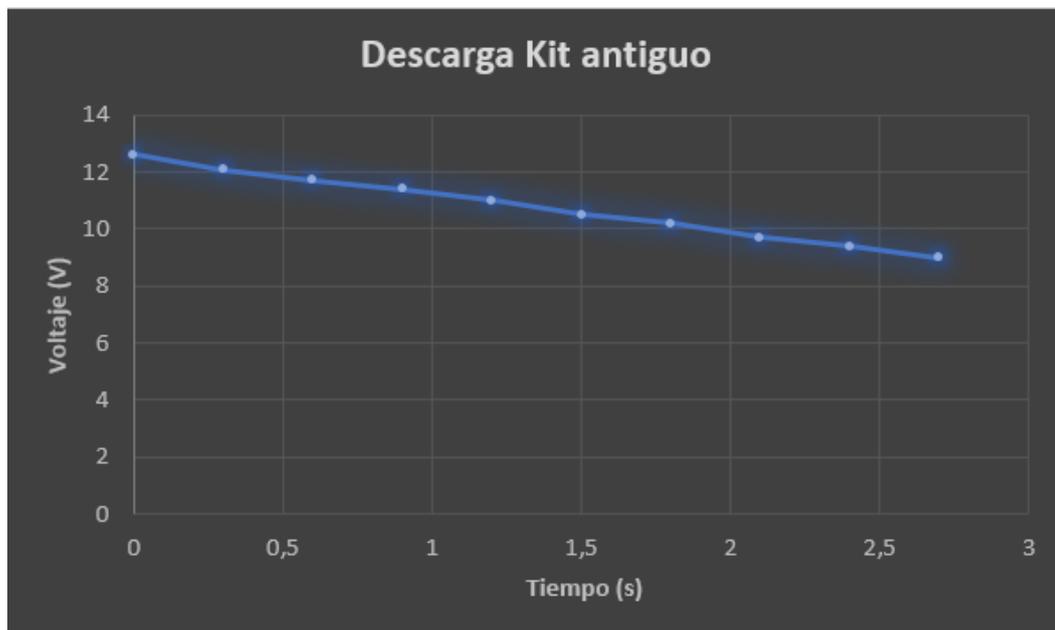


**Figura 3.54** Tiempo de carga kit antiguo.

En la Tabla 3.9 y Figura 3.55 se observa el tiempo que se demoraba en descargar el Kit antiguo.

**Tabla 3.9** Tiempo de descarga.

| Descarga   |             |
|------------|-------------|
| Tiempo (s) | Voltaje (V) |
| 0          | 12,6        |
| 0,3        | 12,1        |
| 0,6        | 11,7        |
| 0,9        | 11,4        |
| 1,2        | 11          |
| 1,5        | 10,5        |
| 1,8        | 10,2        |
| 2,1        | 9,7         |
| 2,4        | 9,4         |
| 2,7        | 9           |



**Figura 3.55** Tiempo de descarga kit antiguo.

#### 4. Comentarios relevantes sobre la prueba

La prueba permite realizar comparaciones y obtener datos de eficiencia del kit nuevo vs el kit antiguo, notablemente es más corto el tiempo de descarga debido a que los capacitores no pueden almacenar la energía por un periodo prolongado de tiempo.

Como resultado de la prueba se obtuvo los parámetros de funcionamiento del antiguo kit vs el nuevo kit, mediante los resultados se puede interpretar las ventajas del nuevo kit.

La Tabla 3.10 y Tabla 3.11 muestran los datos y el cumplimiento de los parámetros del kit nuevo.

**Tabla 3.10** Parámetros del kit nuevo vs el kit antiguo.

| Parámetros                      | Kit antiguo | Kit nuevo  |
|---------------------------------|-------------|------------|
| Tiempo de carga por voltio.     | 50 (S)      | 21 (min)   |
| Tiempo de descarga por voltio.  | 1.5 (min)   | 35 (min)   |
| Voltaje de carga por minuto.    | 1.2 (V)     | 47.62 (mV) |
| Voltaje de descarga por minuto. | 0.66 (V)    | 28.57 (mV) |
| Peso                            | 156.8 (N)   | 117.6 (N)  |
| Masa                            | 16 (Kg)     | 12 (Kg)    |

**Tabla 3.11** Cumplimiento de parámetro de la nueva “Power Box”.

|   | Power Box |
|---|-----------|
| Recepción de voltaje.                     | ✓         |
| Carga de baterías.                        | ✓         |
| Alimentación a la etapa de amplificación. | ✓         |
| Robusto                                   | ✓         |
| Alimentación de voltaje prolongado.       | ✓         |
| Reducción de peso                         | ✓         |
| Protecciones eléctricas.                  | ✓         |

### 3.6 Manual de Uso y Mantenimiento

#### Utilización del sistema

En la Figura 3.56 se observa el código QR que contiene un direccionamiento a la plataforma de YouTube en la cual se encuentra un video con información explícita como: conexiones, elementos utilizados, puertos de entrada y salida, ubicación de los elementos, etc. En general el video se refiere a como se debe utilizar el sistema de audio y video.



**Figura 3.56** QR del uso del sistema.

## **Mantenimiento del sistema**

En la Figura 3.57 se observa el código QR el cual contiene un direccionamiento a la plataforma de YouTube en la cual se encuentra un video con información de cómo realizar un mantenimiento al sistema de audio y video en caso de futuros daños en el mismo.



**Figura 3.57** QR del mantenimiento del sistema.

## **4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **4.1 Conclusiones**

- Se fabricó la base del dínamo considerando el rin de la bicicleta y la altura de la mochilas de transporte, para obtener una distancia adecuada se midió la distancia que existe entre el suelo y la base la mochila, de esta manera se evita que el kit se golpee contra el suelo y a la vez se brinda un equilibrio adecuado al momento de transportar el sistema; por otra parte, se tomó en cuenta la separación entre el vástago del dínamo y la llanta de la bicicleta para que la rueda gire con libertad, de esta manera asegurando la correcta forma de generar energía.

- Se determinaron los voltajes y corrientes máximos y mínimos con los cuales funciona todo el sistema, así también cuáles son las magnitudes en cada una de las etapas, el voltaje máximo será de 12.6 (V) y el voltaje mínimo será 10.4 (V), con estos voltajes se pudo limitar el sistema, es decir, cuando el voltaje se encuentre en 10,4 el sistema necesitara cargarse y cuando el voltaje se encuentre en 12.6 el sistema ya no necesitara cargarse.
- Se definieron todos los componentes de la “*Power Box*” de acuerdo a los parámetros máximos que necesita el sistema, además del tamaño y peso adecuado para la construcción del mismo, con esto se procedió al montaje de todos los componentes dentro de una caja hermética.
- Se fabricaron las cajas acústicas de acuerdo con las medidas establecidas en los planos diseñados y se cumplieron con los parámetros de: hermeticidad, resistencia y absorción de sonido. Con estos parámetros se escogió a la madera como material de construcción de las cajas acústica, el parlante construido es cerrado, y al juntar la parte posterior de la caja acústica una con la otra se convierte en un parlante tipo ventanilla, mejorando la frecuencia de corte y la frecuencia de respuesta.
- Se comprobó que el tiempo de funcionamiento de la “*Power Box*” depende de la capacidad a la que esté funcionando el sistema, es decir, si el sistema está funcionando al 100% de la capacidad, las baterías se descargarán en 34 minutos; por otra parte, si el sistema está funcionando a un 70% de capacidad, la carga de las baterías disminuirá en un tiempo prolongado de 44 minutos.
- Se elaboró un manual de usuario y mantenimiento cumpliendo con todas las características, especificaciones e indicaciones para que las personas que utilicen el sistema de audio y video puedan hacerlo funcionar correctamente y a su vez si necesitan reparar o cambiar algún elemento le puedan dar su respectivo mantenimiento.

## 4.2 Recomendaciones

- Es necesario verificar que el eje que soporta la base de la bicicleta se encuentre centrado en la platina y debidamente ajustado con los tornillos que se encuentran en los extremos.
- Se debe anclar de manera adecuada la base de la bicicleta con el dínamo, para eso se debe ajustar el tornillo horizontal de la base del dínamo con la parte inferior de la base de la bicicleta, además se debe colocar el tornillo vertical a una altura adecuada para obtener la fricción necesaria entre el vástago del dínamo con la llanta de la bicicleta para posteriormente generar energía.
- Se debe revisar que la programación del controlador regulador de carga se encuentre especificado para la carga de baterías de Litio y con los rangos de voltaje máximo 12.6 (V) y mínimo 10.4 (V) que se necesita para el funcionamiento de la “*Power Box*”.
- Es necesario revisar que el fusible de protección de todo el sistema se encuentre ubicado en la porta fusibles, ya que si el sistema recibe todo el voltaje y corriente del dínamo sin el fusible se puede ocasionar daños en la “*Power Box*” y en el controlador regulador de carga.
- Se debe revisar que la caja de la “*Power Box*” y la caja de los parlantes se encuentren cerradas, ya que si no lo están podrían generar problemas como cortocircuito y distorsión en la calidad final del sonido.
- Se debe revisar que los cables se encuentren en perfecto estado y que estén debidamente soldados con cada uno de los elementos para que no se genere un cortocircuito en el momento que funcione todo el sistema.
- Se debe conectar y desconectar correctamente el sistema para no dañar internamente algún elemento de la “*Power Box*”, además, se debe tener cuidado con el transporte de sistema.

- Verificar que las mochilas se encuentren cerradas correctamente para evitar el paso de humedad a los componentes del sistema, ya que este viajará por diferentes lugares del país y los diversos climas que atravesará podrían afectar o dañar los componentes.
- Para utilizar el sistema es recomendable observar el video uso y mantenimiento para tener conocimientos previos de la función de cada etapa del sistema y cada uno de los elementos, así se evitarán daños futuros, también, permitirán realizar mantenimientos preventivos en todo el sistema.
- Se recomienda utilizar un regulador de voltaje a la salida del sistema para que proteger el proyector de futuros sobre voltajes.
- Para mejorar el sistema se podría programar un microcontrolador Arduino con dos funciones: la primera sería que cuando el sistema se encuentre en 10.4 (V) el microcontrolador envíe una señal a un buzzer o luz led roja indicando que el sistema necesita ser cargado, la segunda sería que cuando el sistema se encuentre en 12.6 (V) el microcontrolador envíe una señal a un buzzer o led verde indicando que el sistema esta cargado.

## 5 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] J. O. Lozada, "Inves tigation Aplic ada: Definic ión, Propiedad Intelectual e Indus tria," Universidad Tecnológica Indoamérica (UTI), 2014. Accessed: Jun. 18, 2021. [Online]. Available: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6163749&info=resumen&idioma=ENG>.
- [2] L. J. R. Ruz and D. A. C. Castro, "Ondas electromagnéticas," in *Teoría electromagnética para estudiantes de ingeniería Notas de clase*, 2018, pp. 77–100.
- [3] P. I. Carlos and E. Flores, "SOLDADURA AL ARCO ELÉCTRICO SMAW." Accessed: Mar. 18, 2021. [Online]. Available: <http://www.drweld.com/smaw.html>.

- [4] M. B. Carreras, "Instalaciones solares fotovoltaicas," 2019. [https://books.google.com.ec/books?id=bKyZDwAAQBAJ&pg=PA113&dq=controlador+de+carga+solar+2019&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwiArIjHlf3vAhXBVDUKHYycBxkQ6AEwAHoECAIQAg#v=onepage&q=controlador de carga solar 2019&f=false](https://books.google.com.ec/books?id=bKyZDwAAQBAJ&pg=PA113&dq=controlador+de+carga+solar+2019&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwiArIjHlf3vAhXBVDUKHYycBxkQ6AEwAHoECAIQAg#v=onepage&q=controlador+de+carga+solar+2019&f=false) (accessed Apr. 14, 2021).
- [5] "d271b58b-c7d2-4fc1-9e90-bec3cf5b22db.jpg (800×800)." <https://imgaz.staticbg.com/images/oaupload/ser1/banggood/images/92/E2/d271b58b-c7d2-4fc1-9e90-bec3cf5b22db.jpg> (accessed Mar. 22, 2021).
- [6] Jesús Trashorras Montecelos, "Vehículos eléctricos - Ed.2018," 2018. [https://books.google.com.ec/books?id=FMqwDwAAQBAJ&pg=PA58&dq=tarjeta+de+carga+bms+para+baterias&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwip7-Se4\\_7vAhWnnuAKHbERBTwQ6AEwAHoECAEQAg#v=onepage&q=tarjeta de carga bms para baterias&f=false](https://books.google.com.ec/books?id=FMqwDwAAQBAJ&pg=PA58&dq=tarjeta+de+carga+bms+para+baterias&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwip7-Se4_7vAhWnnuAKHbERBTwQ6AEwAHoECAEQAg#v=onepage&q=tarjeta+de+carga+bms+para+baterias&f=false) (accessed Apr. 14, 2021).
- [7] M. C. Rivero, "Instalaciones eléctricas interiores - Ed. 2019," 2019. [https://books.google.com.ec/books?id=FKyZDwAAQBAJ&pg=PA48&dq=pulsadores+electricos+2019&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwihz\\_7xk8XvAhUo1lkKHV6vDFsQ6AEwAHoECAEQAg#v=onepage&q=pulsadores electricos 2019&f=false](https://books.google.com.ec/books?id=FKyZDwAAQBAJ&pg=PA48&dq=pulsadores+electricos+2019&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwihz_7xk8XvAhUo1lkKHV6vDFsQ6AEwAHoECAEQAg#v=onepage&q=pulsadores+electricos+2019&f=false) (accessed Mar. 22, 2021).
- [8] M. L. Alberto, "Cable eléctrico - tabla de calibres electricidad, Cableado eléctrico," *Abril*, 2021. <https://br.pinterest.com/pin/828732768922590136/> (accessed Mar. 23, 2021).
- [9] Garcia Rodrigo; Javier, "Técnicas y procesos en instalaciones eléctricas 2.<sup>a</sup> edición 2019," 2019. [https://books.google.com.ec/books?id=tdSuDwAAQBAJ&pg=PA327&dq=montaje+de+elementos+electricos+2019&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwirpcmUlv\\_vAhVlc98KHavTAK8Q6AEwAXoECAMQAg#v=onepage&q=montaje de elementos electricos 2019&f=false](https://books.google.com.ec/books?id=tdSuDwAAQBAJ&pg=PA327&dq=montaje+de+elementos+electricos+2019&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwirpcmUlv_vAhVlc98KHavTAK8Q6AEwAXoECAMQAg#v=onepage&q=montaje+de+elementos+electricos+2019&f=false) (accessed Apr. 14, 2021).
- [10] "Manual Usuario Regulador Carga Solar PWM 10A, 20A, 30A Lea detenidamente este manual antes de utilizar el regulador."
- [11] D. R. Daniel Benítez, "Técnico Superior de Sonido - Primer Curso," 2019. <https://books.google.com.ec/books?id=0XVsDwAAQBAJ&pg=PA87&dq=construcción+de+cajas+acústicas+2018&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwiC6vvhOvAhVRmuAKHdE7AncQ6AEwAHoECAIQ>

Ag#v=onepage&q=construcción de cajas acústicas 2018&f=false (accessed Apr. 07, 2021).

## **ANEXOS**

## Anexo 1. Certificado de Funcionamiento



# ESCUELA POLITECNICA NACIONAL

Campus Politécnico "J. Rubén Orellana R

Quito, 10 de febrero del 2021

## CERTIFICADO DE FUNCIONAMIENTO DEL PROYECTO DE TITULACIÓN

Yo, Abraham Ismael Loja Romero, docente a tiempo completo de la Escuela Politécnica Nacional y como director de este trabajo de titulación, certifico que he constatado el correcto funcionamiento de la **“OPTIMIZACIÓN DE UN SISTEMA DE AUDIO Y VIDEO ALIMENTADO POR UN DÍNAMO”**, la cual fue realizada por los estudiantes Colcha Guatemal Jerson Leonel y Guachamin Cabezas Kevin Alexander.

El proyecto cumple con los requerimientos de diseño y parámetros necesarios para que los usuarios de la ESFOT puedan usar las instalaciones con seguridad para los equipos y las personas.

---

**DIRECTOR**

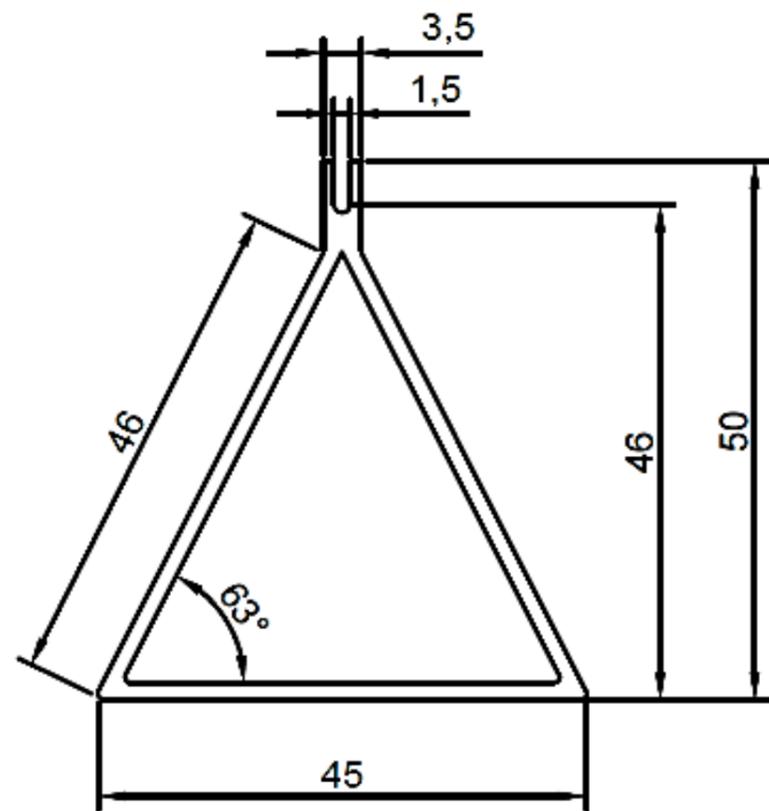
Ing. Abraham Ismael Loja Romero, Msc.

---

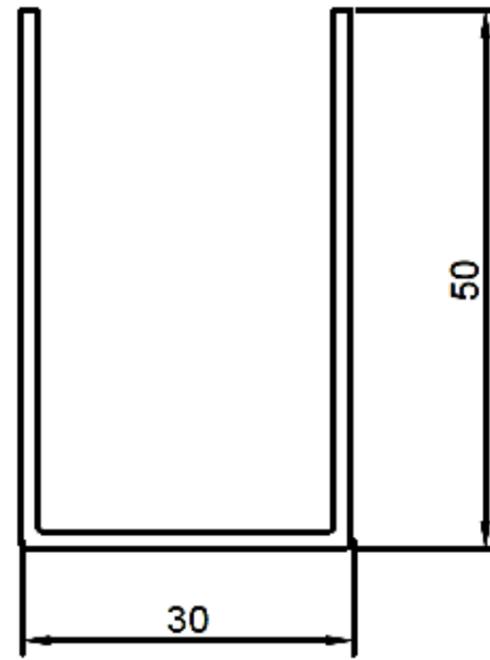
Ladrón de Guevara E11-253, Escuela de Formación de Tecnólogos, Oficina 3. EXT: 2726  
email: abraham.loja@epn.edu.ec

Quito-Ecuador

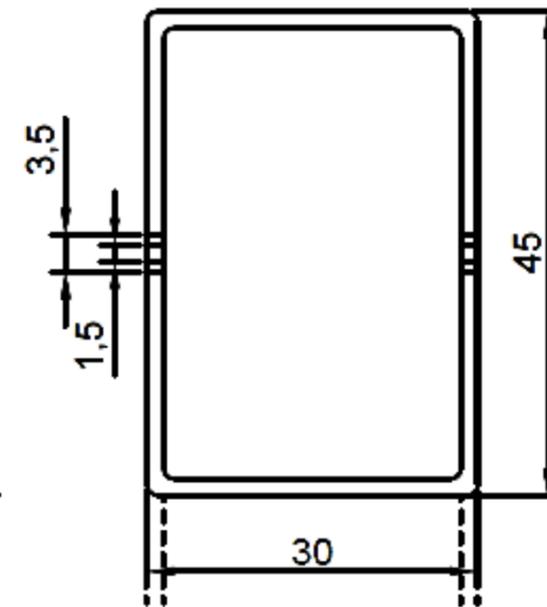
## **Anexo 2. Planos del sistema**



VISTA POSTERIOR  
DERECHA DE LA BASE

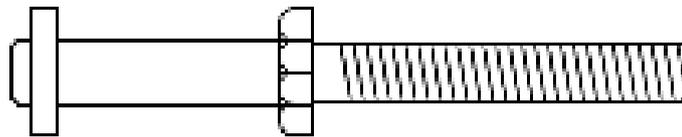


VISTA FRONTAL DE LA  
BASE

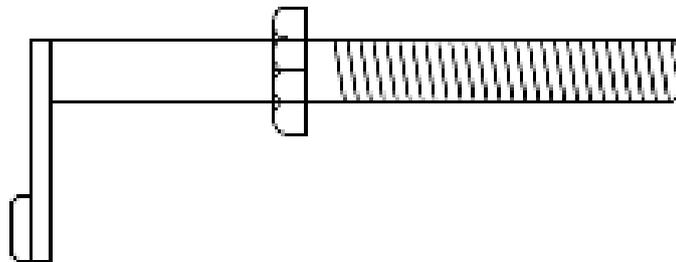


VISTA INFERIOR DE LA  
BASE

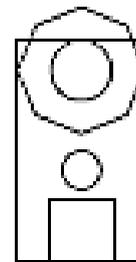
| ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL - ESFOT            |                                |                    |
|---|--------------------------------|--------------------|
| Base del dinamo                                 | TRATAMIENTO<br>TERMICO:<br>N/A | MATERIAL:<br>METAL |
|   | ESCALA:<br>1 : 1               | FORMATO:<br>A0     |
| DISEÑADO POR:<br>Colcha Guatemala Jerson Leonel | FECHA:<br>13/04/2021           | LÁMINA:<br>1       |



VISTA INFERIOR



VISTA FRONTAL



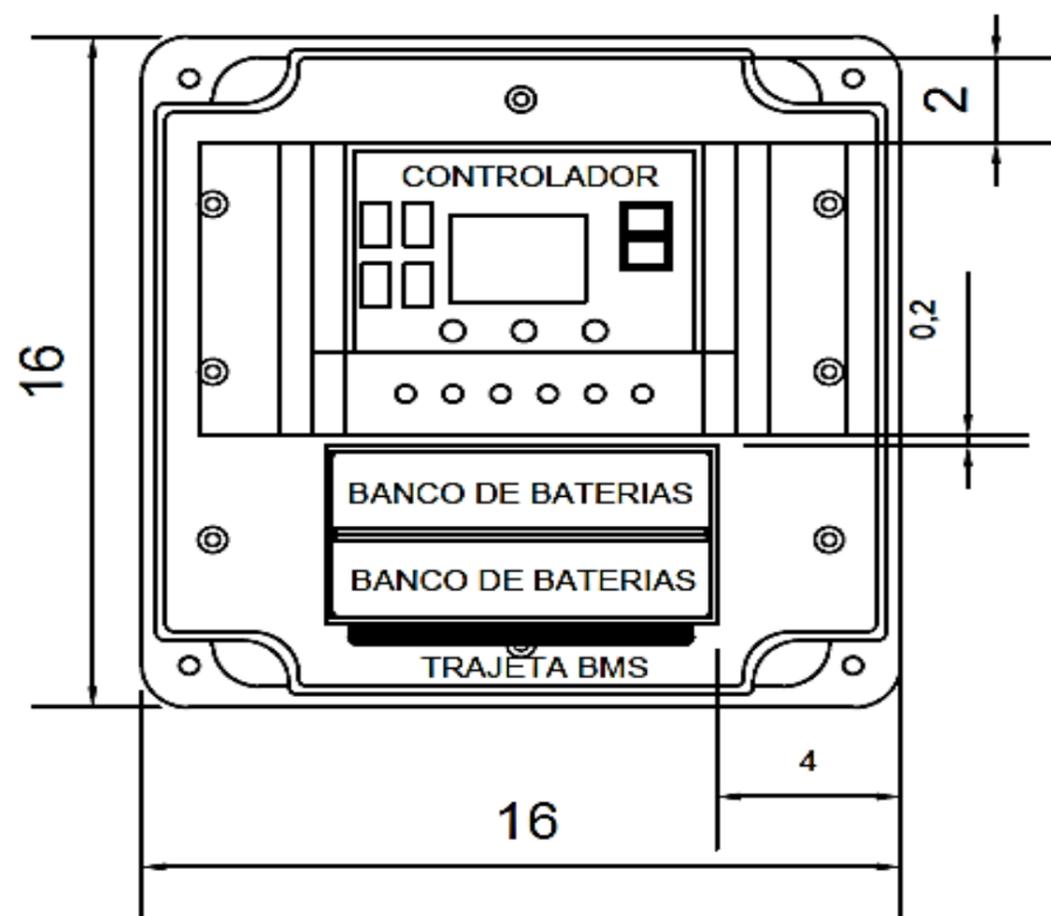
VISTA LATERAL  
IZQUIERDA

**ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL - ESFOT**

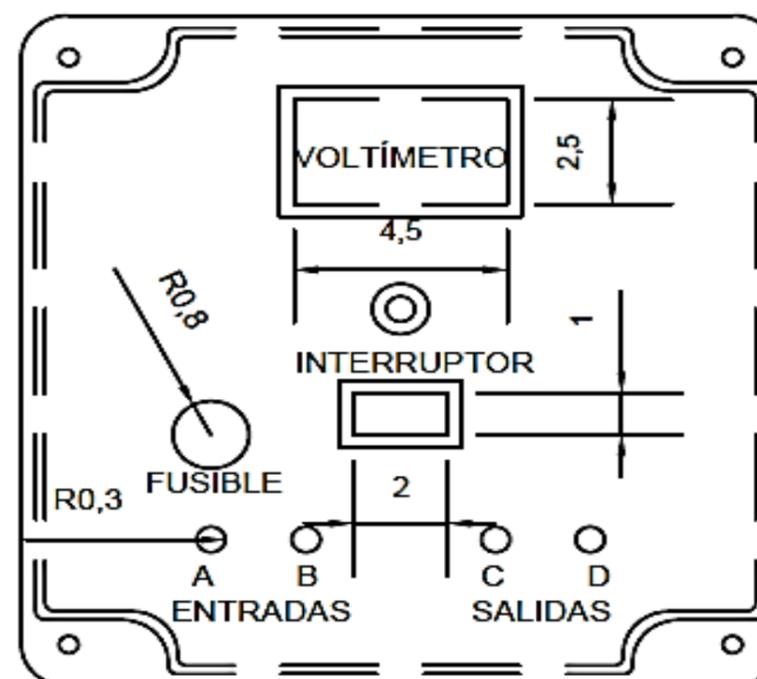
|  |                                    |                           |
|--|------------------------------------|---------------------------|
| Eje de la base   | <b>TRATAMIENTO TERMICO:</b><br>N/A | <b>MATERIAL:</b><br>METAL |
|  | <b>ESCALA:</b><br>1 : 1            | <b>FORMATO:</b><br>A4     |
| <b>DISEÑADO POR:</b><br>Colcha Guatemala Jerson Leonel | <b>FECHA:</b><br>13/04/2021        | <b>LÁMINA:</b><br>2       |

# ESTRUCTURAS Y COMPONENTES

BASE INTERNA DE LA ESTRUTURA

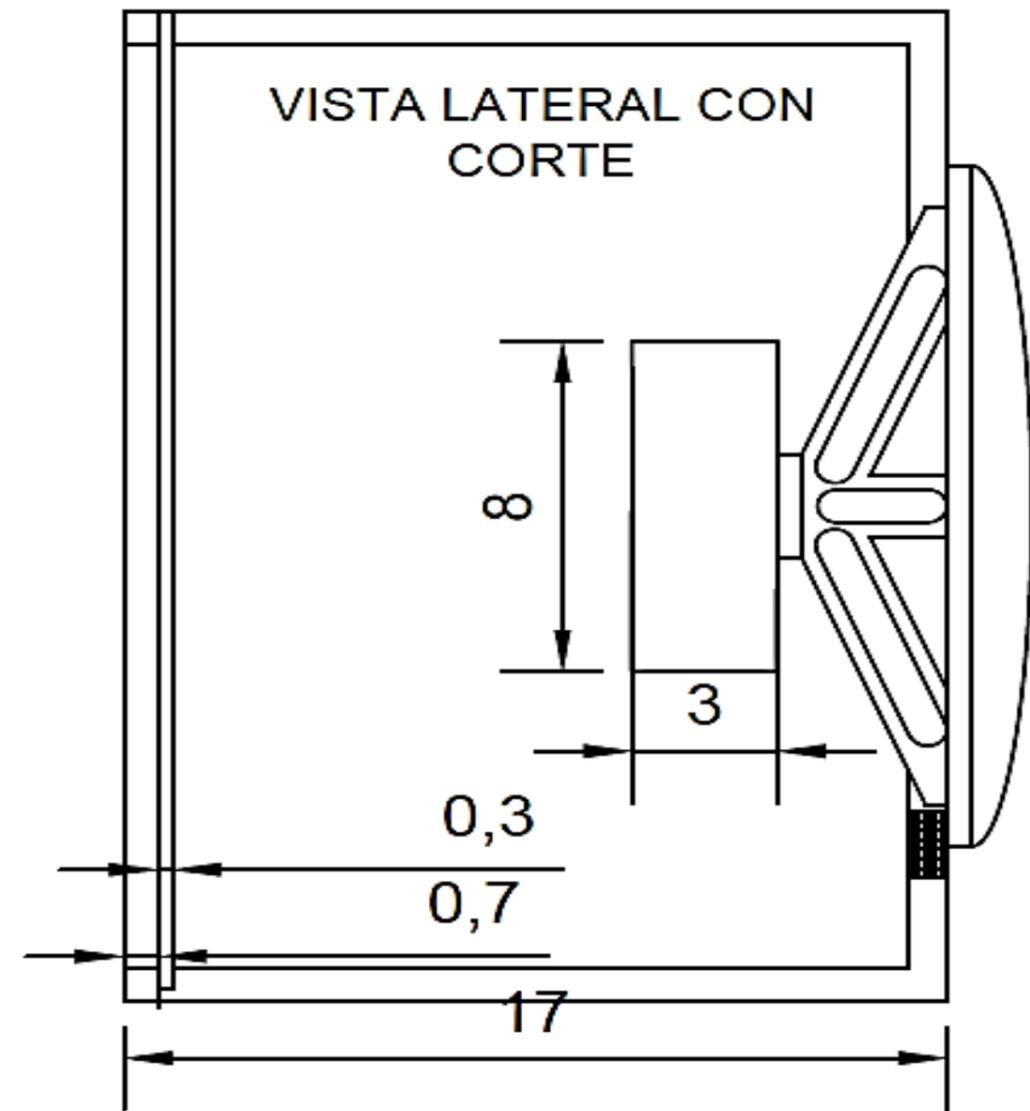
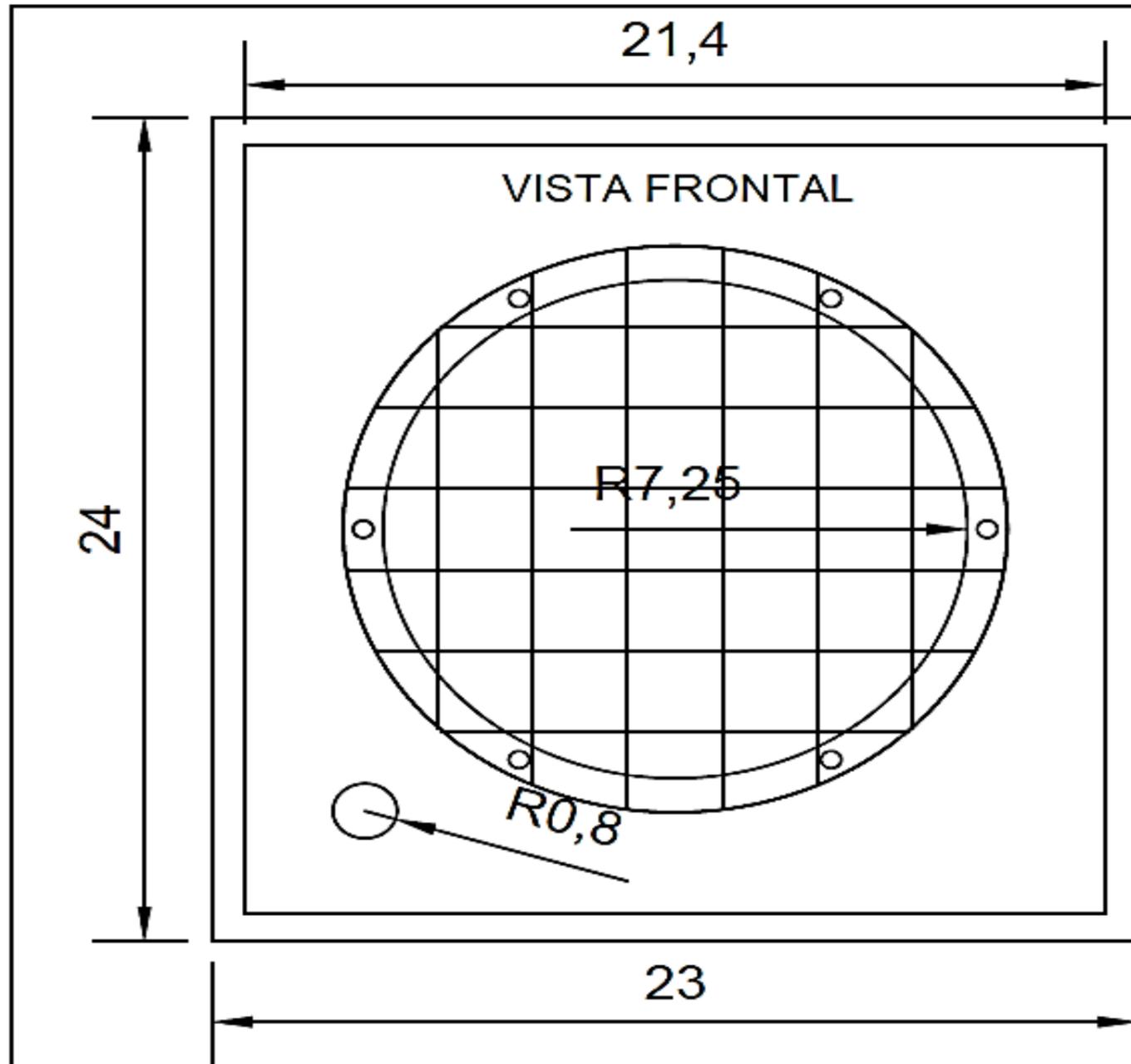


TAPA DE LA ESTRUTURA



**ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL - ESFOT**

|   |                             |                    |
|---|-----------------------------|--------------------|
| Distribución de los elementos de la Power Box | TRATAMIENTO TERMICO:<br>N/A | MATERIAL:<br>METAL |
|   | ESCALA:<br>1 : 1            | FORMATO:<br>A3     |
| DISEÑO POR:<br>Colcha Guatemala Jerson Leonel | FECHA:<br>13/04/2021        | LÁMINA:<br>1       |



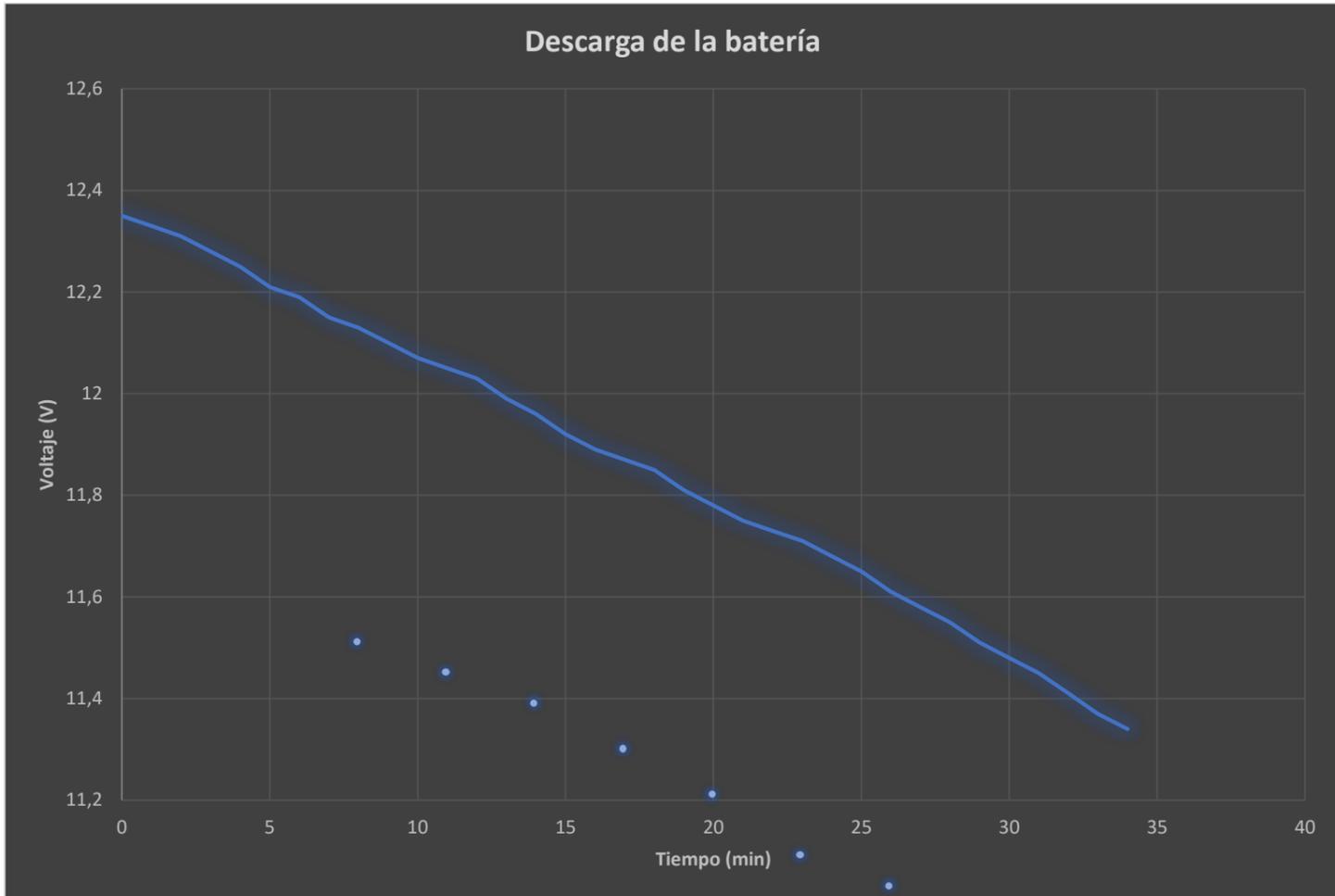
**ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL - ESFOT**

|   |                             |                    |
|---|-----------------------------|--------------------|
| Dimensiones de los parlantes                    | TRATAMIENTO TERMICO:<br>N/A | MATERIAL:<br>METAL |
|   | ESCALA:<br>1 : 1            | FORMATO:<br>A3     |
| DISEÑADO POR:<br>Colcha Guatemala Jerson Leonel | FECHA:<br>13/04/2021        | LÁMINA:<br>3       |

Anexo 3. Proceso de descarga y descarga.

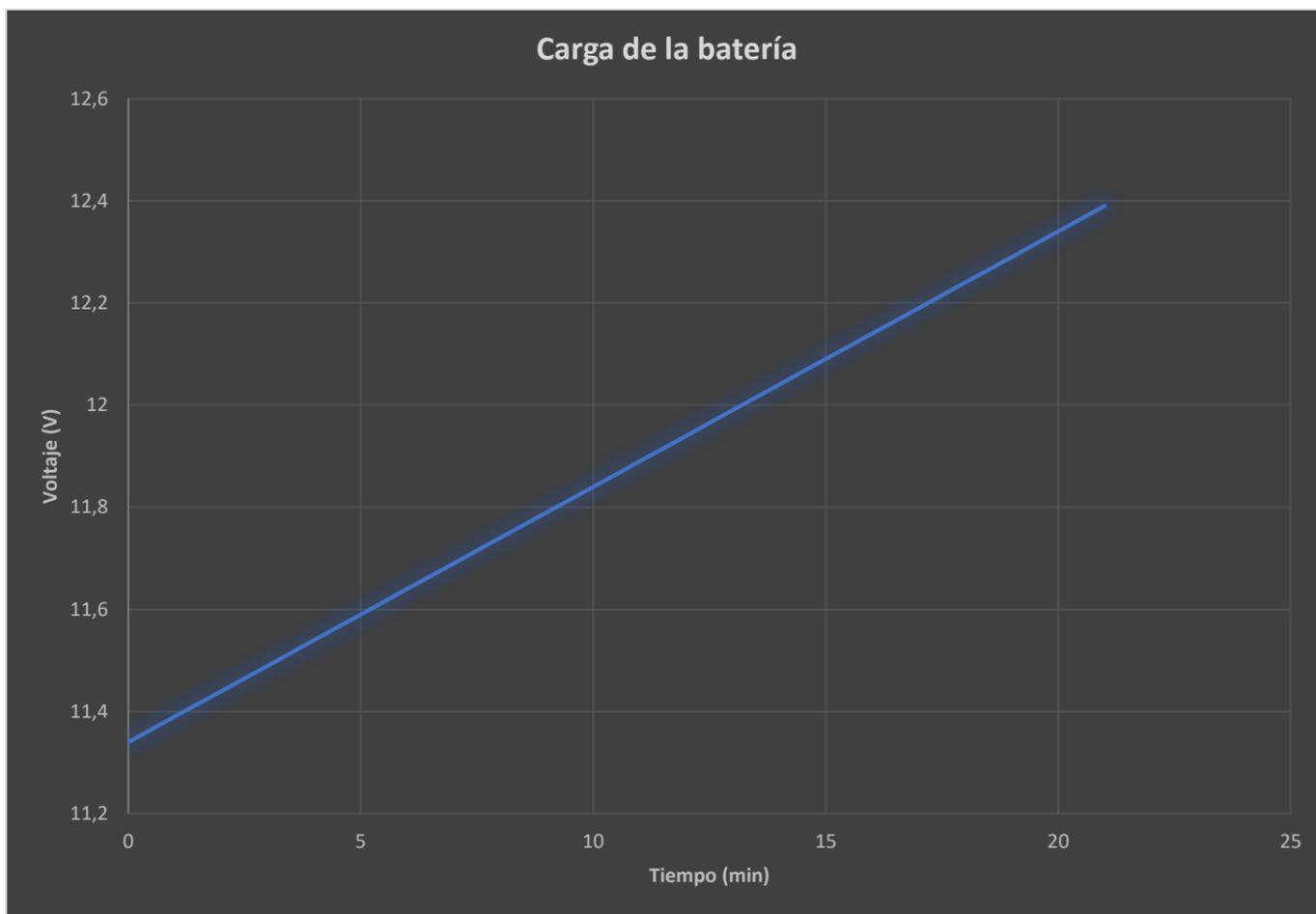
| Proceso de descarga 1V |         |
|------------------------|---------|
| Minutos                | Voltaje |
| 0                      | 12,35   |
| 1                      | 12,33   |
| 2                      | 12,31   |
| 3                      | 12,28   |
| 4                      | 12,25   |
| 5                      | 12,21   |
| 6                      | 12,19   |
| 7                      | 12,15   |
| 8                      | 12,13   |
| 9                      | 12,1    |
| 10                     | 12,07   |
| 11                     | 12,05   |
| 12                     | 12,03   |
| 13                     | 11,99   |
| 14                     | 11,96   |
| 15                     | 11,92   |
| 16                     | 11,89   |
| 17                     | 11,87   |
| 18                     | 11,85   |
| 19                     | 11,81   |
| 20                     | 11,78   |
| 21                     | 11,75   |
| 22                     | 11,73   |
| 23                     | 11,71   |
| 24                     | 11,68   |
| 25                     | 11,65   |
| 26                     | 11,61   |
| 27                     | 11,58   |
| 28                     | 11,55   |
| 29                     | 11,51   |
| 30                     | 11,48   |
| 31                     | 11,45   |
| 32                     | 11,41   |
| 33                     | 11,37   |
| 34                     | 11,34   |

Grafica del proceso de descarga del banco de baterías



| <b>Proceso de carga de 1V</b> |                |
|-------------------------------|----------------|
| <b>Minutos</b>                | <b>Voltaje</b> |
| 0                             | 11,34          |
| 1                             | 11,39          |
| 2                             | 11,44          |
| 3                             | 11,49          |
| 4                             | 11,54          |
| 5                             | 11,59          |
| 6                             | 11,64          |
| 7                             | 11,69          |
| 8                             | 11,74          |
| 9                             | 11,79          |
| 10                            | 11,84          |
| 11                            | 11,89          |
| 12                            | 11,94          |
| 13                            | 11,99          |
| 14                            | 12,04          |
| 15                            | 12,09          |
| 16                            | 12,14          |
| 17                            | 12,19          |
| 18                            | 12,24          |
| 19                            | 12,29          |
| 20                            | 12,34          |
| 21                            | 12,39          |

### Grafica del proceso de carga de las baterías



#### Anexo 4. QR del funcionamiento del sistema de audio y video

El código QR contiene un direccionamiento a la plataforma de YouTube en el cual se encuentra un video con el funcionamiento del sistema de audio y video, cabe resaltar que la proyección que se realizó en la prueba de funcionamiento no se enfocó muy bien por el espectro luminoso de la tarde

