UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA

IMPLEMENTACIÓN DE UN GENERADOR DE ENERGÍA ELÉCTRICA PARA CARGAR DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS A PARTIR DE BICICLETAS ESTÁTICAS.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

Autor(es): Bach. Jairo Joel Gonzales Sifuentes

Bach. Giampier Michel Mezones Tocto

Asesor(es): Dr. Ricardo Angel, Shimabuku Ysa

Dr. Walter Linder, Cabrera Torres

Línea de investigación: Energías Renovables

JAÉN – PERÚ
2025

Jairo J. Gonzales Sifuentes; Giampier M. Mezones T...

IMPLEMENTACIÓN DE UN GENERADOR DE ENERGÍA ELÉCTRICA PARA CARGAR DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS A ...

Quick Submit

Quick Submit

Universidad Nacional de Jaen

Detalles del documento

Identificador de la entrega
trn:oid:::1:3255511865

Fecha de entrega
20 may 2025, 9:54 a.m. GMT-5

Fecha de descarga
20 may 2025, 10:03 a.m. GMT-5

Nombre de archivo
CTO_JAIRO_GONZALES_CIFUENTES_-_GIAMPIER_MICHEL_MEZONES_TOCTO.pdf

Tamaño de archivo
7.0 MB

126 Páginas

20.479 Palabras

110.319 Caracteres

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
Dr. Alexander Huamán Mera
Responsable de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería

13% Overall Similarity

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

Filtered from the Report

- Bibliography
- Quoted Text
- Small Matches (less than 15 words)

Top Sources

12% Internet sources
1% Publications
6% Submitted works (Student Papers)

Integrity Flags

0 Integrity Flags for Review

No suspicious text manipulations found.

Our system's algorithms look deeply at a document for any inconsistencies that would set it apart from a normal submission. If we notice something strange, we flag it for you to review.

A Flag is not necessarily an indicator of a problem. However, we'd recommend you focus your attention there for further review.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
Dr. Alexander Huamán Mera
Responsable de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
Ley de creación N° 29304
Universidad Licenciada con Resolución del Consejo Directivo N° 002-2018-Sunedu/CD
"Año de la Unidad, la Paz y el Desarrollo"

FORMATO 03: ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Jaén, el día 12 de mayo del 2025, siendo las 10:00 horas, se reunieron de manera presencial los integrantes del Jurado:

Presidente: Mg. Jannier Alberto Montenegro Juárez
Secretario: Mg. Mario Félix Olivera Aldana
Vocal: Mg. Frans Fuentes Maza

Para evaluar la Sustentación del **Informe Final** de:

( ) Trabajo de Investigación
(X) Tesis
( ) Trabajo de Suficiencia Profesional

Titulado: **"Implementación de un generador de energía eléctrica para cargar dispositivos electrónicos a partir de bicicletas estáticas"**, presentado por los bachilleres ***Jairo Joel Gonzales Sifuentes y Giampier Michel Mezones Tocto,*** de la Carrera Profesional de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Universidad Nacional de Jaén.

Después de la sustentación y defensa, el Jurado acuerda:

(X) Aprobar () Desaprobar **(X) Unanimidad** () Mayoría Con la siguiente mención:

a) Excelente	18,19,20()
b) Muy bueno	16, 17 ( )
c) Bueno	14, 15 **(15)**
d) Regular	13 ( )
e) Desaprobad	12 ó menos ( )

Siendo las 12:00 horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación confirmando su participación con la suscripción de la presente.

Presidente

Secretario

Vocal

"Año de la Recuperación y Consolidación de la Economía Peruana"

ANEXO N°06:

DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD Y DE NO PLAGIO DE LA TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN (PREGRADO)

Yo, Jairo Joel Gonzales Sifuentes, egresado de la carrera Profesional de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Jaén, identificado (a) con DNI 61100379.

Declaro bajo juramento que:

1. Soy Autor del trabajo titulado:

   "IMPLEMENTACIÓN DE UN GENERADOR DE ENERGÍA ELÉCTRICA PARA CARGAR DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS A PARTIR DE BICICLETAS ESTÁTICAS".
   Asesorado por el Dr. Ricardo Angel Shimabuku Ysa y Dr. Walter Linder Cabrera Torres.
   El mismo que presento bajo la modalidad de tesis para optar; el Título Profesional de Ingeniero Mecánico Electricista.

2. El texto de mi trabajo final respeta y no vulnera los derechos de terceros, incluidos los derechos de propiedad intelectual. En el sentido, el texto de mi trabajo final no ha sido plagiado total ni parcialmente, para la cual he respetado las normas internacionales de citas y referencias de las fuentes consultadas.

3. El texto del trabajo final que presento no ha sido publicado ni presentado antes en cualquier medio electrónico o físico.

4. La investigación, los resultados, datos, conclusiones y demás información presentada que atribuyo a mi autoría son veraces.

5. Declaro que mi trabajo final cumple con todas las normas de la Universidad Nacional de Jaén.

6. Soy consciente de que el hecho de no respetar los derechos de autor y hacer plagio, es objeto de sanciones universitarias y/o legales.

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad del declarante, en consecuencia; a través del presente documento asumo frente a terceros, la Universidad Nacional de Jaén y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

Fecha: Jaén, 17 de julio de 2025.

Jairo Joel Gonzales Sifuentes

"Año de la Recuperación y Consolidación de la Economía Peruana"

ANEXO N°06:

DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD Y DE NO PLAGIO DE LA TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN (PREGRADO)

Yo, Giampier Michel Mezones Tocto, egresado de la carrera Profesional de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Jaén, identificado (a) con DNI 72967331.

Declaro bajo juramento que:

7. Soy Autor del trabajo titulado:

   "IMPLEMENTACIÓN DE UN GENERADOR DE ENERGÍA ELÉCTRICA PARA CARGAR DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS A PARTIR DE BICICLETAS ESTÁTICAS".
   Asesorado por el Dr. Ricardo Angel Shimabuku Ysa y Dr. Walter Linder Cabrera Torres.
   El mismo que presento bajo la modalidad de tesis para optar; el Título Profesional de Ingeniero Mecánico Electricista.

8. El texto de mi trabajo final respeta y no vulnera los derechos de terceros, incluidos los derechos de propiedad intelectual. En el sentido, el texto de mi trabajo final no ha sido plagiado total ni parcialmente, para la cual he respetado las normas internacionales de citas y referencias de las fuentes consultadas.

9. El texto del trabajo final que presento no ha sido publicado ni presentado antes en cualquier medio electrónico o físico.

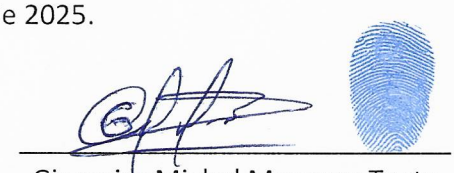
10. La investigación, los resultados, datos, conclusiones y demás información presentada que atribuyo a mi autoría son veraces.

11. Declaro que mi trabajo final cumple con todas las normas de la Universidad Nacional de Jaén.

12. Soy consciente de que el hecho de no respetar los derechos de autor y hacer plagio, es objeto de sanciones universitarias y/o legales.

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad del declarante, en consecuencia; a través del presente documento asumo frente a terceros, la Universidad Nacional de Jaén y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

Fecha: Jaén, 17 de julio de 2025.



Giampier Michel Mezones Tocto

ÍNDICE

ÍNDICE 1
RESUMEN 1
ABSTRACT 2
I. INTRODUCCIÓN 3
OBJETIVOS 9
Objetivo general 9
Objetivos específicos 9
II. MATERIALES Y MÉTODOS 10
2.1. Población 10
2.2. Muestra y muestreo 10
2.3. Métodos 10
2.3.1. Observación 11
2.3.2. Revisión de datos 12
2.4. Recolección de datos 13
2.5. Análisis de datos 14
III. RESULTADOS 42
3.1. OBJETIVO ESPECÍFICO 01: ESTABLECER PARÁMETROS PARA EL GENERADOR DE ENERGÍA ELÉCTRICA. 42
3.1.1. Parámetros Mecánicos: 42
3.1.2. Parámetros eléctricos: 44
3.2. OBJETIVO ESPECÍFICO 02: ENSAMBLAR LAS ADAPTACIONES A LA BICICLETA ESTÁTICA 51
3.2.1. Materiales 56
3.3. OBJETIVO ESPECÍFICO 03: SIMULACIÓN Y FUNCIONAMIENTO DEL GENERADOR DE ENERGÍA ELÉCTRICA (ARCHIVO SOLIWORK) 71
3.3.1. Diseño de los Componentes: 71
3.3.2. Ensamblaje: 72
3.3.3. Simulación: 72
3.4. OBJETIVO ESPECÍFICO 04: ANÁLISIS DE EVALUACIÓN ECONÓMICA 73
3.4.1. Indicadores de Rentabilidad 73
3.4.2. Análisis económico 74
3.4.3. Costo y Ahorro de energía 75
3.4.4. Flujo de caja proyectado 78
IV. DISCUSIÓN 79

V. CONCLUSIONES 81
5.1. Recomendaciones 82
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 83

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Descripción de la Bicicleta Estática 11
Tabla 2 Especificaciones de la Bicicleta Estática 16
Tabla 3 Especificaciones del Alternador MANDO 25
Tabla 4 Especificaciones del Inversor de Corriente DC – AC, Marca HAMI 26
Tabla 5 Ficha Técnica de la Batería 34
Tabla 6 Datos de Pedaleo por 1 Minuto 45
Tabla 7 Datos de Pedaleo Durante Tiempo Mayor a 15 Minutos Simplificada 46
Tabla 8 Clasificación Actividad Física Mínima (Sedentaria) 47
Tabla 9 Datos de Pedaleo por Categoría Activa de las Personas 47
Tabla 10 Cuadro de Categorización por Actividad Física del Individuo 48
Tabla 11 Tabla para Analizar la Evaluación de la Potencia de Cargas y Tiempo para Abastecer a los Dispositivos 48
Tabla 12 Carga Efectiva Dependiendo del Pedaleo y las RPM 50
Tabla 13 Tiempo Funcionamiento con Dispositivos 51
Tabla 14 Especificaciones 56
Tabla 15 Datos de los Gastos Generales para Construir un Generador de Energía Eléctrica. 74
Tabla 16 Datos Recolectados de las Pruebas de Consumo de Dispositivos Electrónicos 75
Tabla 17 Datos de Consumo de Dispositivos Electrónicos 76
Tabla 18 Precio del Consumo Total de Dispositivos Electrónicos 77
Tabla 19 Flujo de Caja Proyectado 78

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Selección de la Bicicleta Estática 16
Figura 2 Corte de Brazo y Desplazamiento 17
Figura 3 Soldado y Masillado 18
Figura 4 Reemplazo del Perno Eje 19
Figura 5 Base Acoplada a la Polea 21
Figura 6 Polea y Base Acoplada a la Volante de Inercia 22
Figura 7 Volante de inercia y Polea Armada en la Bicicleta Estática 23
Figura 8 Alternador 25
Figura 9 Inversor DC - AC 26
Figura 10 Base para el Alternador 27
Figura 11 Superficie Móvil 28
Figura 12 Poleas Incompatibles 29
Figura 13 Sustitución de Polea 30
Figura 14 Compra de la Faja de Distribución 31
Figura 15 Ubicación de la Faja de Distribución en Ambas Poleas 32
Figura 16 Imagen Lateral Derecha del Generador de Energía 33
Figura 17 Batería de 12V 34
Figura 18 Ubicación de la Batería y el Inversor en la Superficie Móvil 35
Figura 19 Recarga de la Batería del Reloj Inteligente y Audífonos Bluetooth 36
Figura 20 Recarga de la Batería del Celular 37
Figura 21 Funcionamiento del Ventilador 38
Figura 22 Recarga de la Laptop 39
Figura 23 Funcionamiento del Televisor y DVD 40
Figura 24 Funcionamiento de la Lavadora 41
Figura 25 Circuito de las Conexiones del Sistema Implementado 45
Figura 26 Datos de Pedaleo por 1 Minuto 46
Figura 27 Rendimiento General del Pedaleo en Cuanto a la Carga Efectiva, Según el Nivel de Actividad Física de la Persona. 50
Figura 28 Modificaciones Propuestas 52
Figura 29 Descripción General del Sistema Implementado 54
Figura 30 Alternador: Esquema de Sistema Implementado Tomado de Evolución Verde 55

Figura 31 Esquema de las Conexiones del Sistema Implementado con los Elementos del Prototipo 55
Figura 32 Partes de un Generador Síncrono 60
Figura 33 Rotores en una Máquina Sincrónica 61
Figura 34 Componentes para Suministrar Corriente al Rotor 62
Figura 35 Excitación Piloto 63
Figura 36 Bobinado de Inducido para un Generador Monofásico 64
Figura 37 Aspectos de Onda de un Generador Trifásico 65
Figura 38 Diseño Transmisión Poleas Múltiples 67
Figura 39 Nivel de Pedaleo de una Persona 69

RESUMEN

El aumento de usuarios en los gimnasios ha generado un mayor consumo de energía eléctrica debido al uso intensivo de equipos electrónicos, esto incrementa los costos operativos y el impacto ambiental, en tal sentido surge el desarrollo del diseño y construcción de un generador mediante un sistema de poleas y un alternador en bicicletas estáticas, convirtiendo energía cinética en electricidad almacenada en baterías. El objetivo es implementar un generador de energía eléctrica para cargar dispositivos electrónicos. La metodología utilizada aplicó un método de análisis y síntesis, investigación tipo aplicada, con un diseño experimental, utilizando como técnica la entrevista y una muestra de 220 bicicletas en cinco gimnasios de Jaén, para toma de medidas se utilizó herramientas como la pinza amperimétrica y se analizó a través del software SolidWorks. Los resultados indican que el inversor tiene suficiente potencia para dispositivos desde un reloj inteligente hasta una lavadora. El tiempo de pedaleo necesario para cargar la batería varía entre 47 minutos y 1 hora. Se concluye que el análisis técnico y la simulación en SolidWorks validaron la viabilidad del sistema en hogares y gimnasios. Además de reducir costos de energía, este sistema fomenta sostenibilidad y actividad física, generando beneficios económicos y ambientales.

Palabras clave: energía, bicicletas estáticas, sostenibilidad, generador

ABSTRACT

The increase of users in gyms has generated a higher consumption of electrical energy due to the intensive use of electronic equipment, this increases operating costs and environmental impact, in this sense arises the development of the design and construction of a generator through a system of pulleys and an alternator in static bicycles, converting kinetic energy into electricity stored in batteries. The objective is to implement an electric energy generator to charge electronic devices. The methodology used applied a method of analysis and synthesis, applied type research, with an experimental design, using as a technique the interview and a sample of 220 bicycles in five gyms in Jaen, for taking measurements were used tools such as the amperimetric clamp and analyzed through the SolidWorks software. The results indicate that the inverter has enough power for devices ranging from a smart watch to a washing machine. The pedaling time required to charge the battery ranges from 47 minutes to 1 hour. It is concluded that the technical analysis and simulation in SolidWorks validated the feasibility of the system in homes and gyms. In addition to reducing energy costs, this system promotes sustainability and physical activity, generating economic and environmental benefits.

Keywords: energy, stationary bicycles, sustainability, generator.

I. INTRODUCCIÓN

Conforme a Rivero Blanco (2023) actualmente es fundamental el uso de dispositivos electrónicos; tanto como celulares, laptops, baterías portátiles, reproductores de música, smartwach, entre otros. La necesidad pasa por temas de trabajo porque es fundamental mantenerse en contacto y transferir información, relacionarse a través de redes sociales para tener datos sobre temas laborales, pasatiempos como juegos en línea y música.

Refiriéndonos a temas de contaminación que genera la energía de red, según la OMS, en Sudamérica, Perú es el país con la peor calidad del aire y, al mismo tiempo, el segundo con mayor número de muertes prematuras relacionadas con la contaminación. Estos contaminantes, absorbidos con la respiración, provocan distintas enfermedades y muertes prematuras. (OMS, 2022). Según el Informe sobre la Calidad del Aire Mundial 2022 realizado por la firma privada IQAir, Perú tiene la peor calidad del aire de América Latina. En este estudio, nuestro país ocupa el puesto 38 (con 29.6 μg/m³) de un total de 117 países, mientras que otros países de la región se encuentran en posiciones más bajas: Chile en el puesto 43 (21.7 μg/m³), México en el 49 (19.3 μg/m³), Colombia en el 63 (14.1 μg/m³) y Brasil en el 81 (13.6 μg/m³). (IQAir, 2022).

El Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería (Osinergmin), el ente regulador de Perú, informó que en mayo de 2023 las tarifas eléctricas en el país se encontraban entre las más altas de América Latina, solo superadas por las de Colombia. Además, durante el segundo semestre del año anterior, se registró un incremento total del 9,1%. Sin embargo, para marzo de 2023, Osinergmin reportó una disminución del 4,7% en las tarifas eléctricas para el consumo de 150 kWh (kilovatios hora) por parte de los usuarios residenciales; Ahora los usuarios peruanos pagaban mensualmente un aproximado de S/. 106,62 (US$ 28). (OSINERMIN, 2023).

De hecho, Zuñiga y Valenzuela (2020) precisan que la búsqueda no sólo está encaminada a la creación de nuevas fuentes de energía, sino también porque se deben contrarrestar los fuertes impactos ambientales de las actuales formas de generación eléctrica, para que de alguna manera contribuyamos a su reducción. Los resultados son valiosos en términos de desarrollar algo nuevo en estrategia medioambiental, buscando así formas limpias de producción de energía.

Asimismo, se observa que en la ciudad de Jaén; existen ocho gimnasios y un aproximado de 220 bicicletas estáticas en los ocho establecimientos, en donde acuden personas fitness o deportistas, estos gimnasios presentan diversas problemáticas como la variación y caída de voltaje que se reconocen fácilmente por la disminución en la intensidad de la luz y el parpadeo correspondiente en una bombilla, esta variación daña los dispositivos electrónicos y equipos del gimnasio. Otro problema es el tema ambiental y el impacto de contaminación que genera el consumo de energía eléctrica de la red.

En México Bello y Suárez (2020) en la tesis titulada "Sistemas de generación de energía mediante el pedaleo de bicicletas", el objetivo principal del trabajo es definir un modelo de generación de electricidad a través del pedaleo de bicicletas. Esto se hizo para conseguir modelos y métodos menos estudiados para dimensionar sistemas de generación de energía usando pedales de bicicleta. La metodología de investigación fue de tipo aplicada, de campo y el método tipo inductivo. Como resultado, obtuvieron alcances que mostraron que el ciclismo genera en poco tiempo ventajas energéticas de carga en una batería. En resumen, esto tiene varios beneficios ya que depende de pocas horas de ejercicio al día con un impacto ambiental mucho menor al consumo de energía de red.

En México Campos et al. (2019) en su artículo basado en "la construcción de una bicicleta para cargar eléctricamente", El objetivo es desarrollar el diseño de una bicicleta estática que genere electricidad para cargar teléfonos móviles y así enseñar a las personas a ser más activas físicamente para que podamos usar nuestra energía, consiguiendo prever la obesidad. Fruto de la investigación en el campo de la energía han conseguido descubrir que un generador que posee las características apropiadas logra suministrar la energía requerida para alimentar dispositivos, en este caso un teléfono celular. Concluyeron que era posible generar electricidad empezando desde el desplazamiento del eje, que transfiere la energía generada por la fuerza empleada en los pedales de la bicicleta, y que esta energía se difunde mediante una cadena o polea y acciona un generador de reducida escala (dinamo generador de 12 Volts y 5.5W, de esta manera se comprobó que se puede generar suficiente voltaje y suficiente corriente para alimentar un teléfono celular mientras se está pedaleando.

Sanni (2019) trabajo que tuvo como objetivo diseñar y crear un prototipo de un analizador de fitness generador de energía ecológico. El propósito es desarrollar un método de ejercicio, es decir, pedalear una bicicleta para convertir la potencia de rotación

mecánica en energía eléctrica usando un dinamo instalado en una bicicleta y acceder simultáneamente al estado físico de una persona mientras hace ejercicio usando un sensor portátil de temperatura corporal y pulso. Los resultados determinaron que, durante un ciclo de 15 minutos, una persona normal genera y almacena una energía promedio de 3,1 julios en una batería, así mismo una bicicleta estática dada con un momento de inercia de 0,1 kg/m2, un joven normal monta en bicicleta durante 15 minutos con una velocidad media de 60 vueltas por minuto, aplica una energía de rotación de entrada de 0,5 julios durante el ciclismo y genera una energía eléctrica media de 3 julios. Por lo tanto, en el caso ideal, la eficiencia típica del generador de energía estimada es del 17%. Se concluye que este sistema tiene una gran utilidad como medio alternativo de generación de energía ecológica que se puede usar fácilmente para almacenar energía para impulsar cargas de CC de baja potencia.

En Trujillo, Tapia (2018) trabajo que tuvo como objetivo Diseñar una bicicleta estacionaria generadora de energía eléctrica alternativa para uso doméstico. Los resultados indicaron que, entre 3000 y 4000 rpm, genera energía de 14 voltios y una corriente continua de 50 amperios, el diseño lleva tres poleas lo cual conlleva a ejercer menor pedaleo y mayor producción de energía por el aumento en la relación de transmisión. Concluye que la bicicleta estática generadora de energía, además del alternador utilizado, siempre debe contar con una batería u otro dispositivo que proporcione corriente de excitación para asegurar un buen desempeño. Además, en la actualidad existen varios proyectos similares en distintos países, uno de ellos en Estados Unidos, donde se ha desarrollado un gimnasio que obtiene electricidad a partir del ejercicio realizado por los usuarios en las bicicletas estáticas. Estas bicicletas están equipadas con un generador que convierte la energía generada al pedalear en electricidad. Los usuarios suelen generar entre 50 y 150 vatios durante media hora de ejercicio, lo que es suficiente para cargar un teléfono móvil durante una semana. La energía generada se almacena y se utiliza para alimentar luces, ventiladores, equipos de sonido y televisores de pantalla plana. El gimnasio generó 36% de la energía.

En Colombia Agudelo y García (2016) con su tesis titulada “Sistema de microgeneración de energía a través del ejercicio humano”. El objetivo es desarrollar un prototipo de sistema de generación de microenergía que utilice la actividad humana para cargar las baterías de dispositivos móviles e iluminar el ambiente de la sala de bicicletas. La metodología que utilizaron fue aplicada, de laboratorio e inductivo. Como resultado,

se realizaron las pruebas de desempeño en el alternador para asegurar que el prototipo funcionaba correctamente en cada una de sus etapas, pruebas de carga y máxima potencia, pruebas de acople mecánico, funcionamiento del convertidor y prueba de carga de la batería. En las conclusiones se pretendía desarrollar un prototipo que demostrara la viabilidad para implementarlo a mayor escala, a través de las pruebas realizadas han llevado a la conclusión de que una bicicleta puede generar energía idónea para brindar comodidad al usuario, por ejemplo, brindándose luz eléctrica donde se ejercitan, asimismo, permitir cargas de dispositivos móviles y almacenar energía en baterías.

En Lima, Palomino (2016) en su investigación, cuyo objetivo fue implementar un prototipo generador de energía eléctrica a partir del uso de una bicicleta elíptica de gimnasio, con el fin de proporcionar iluminación a un pequeño espacio deportivo. Los resultados determinaron que si se pedalea a 40 rpm por minuto se obtendrá 11.96% de voltaje, a 60 rpm por minuto un 12.6v de voltaje, a 100rpm, se obtendrá 16.65 de voltaje, al 160rpm, se obtendrá 22.68 % de voltaje. Se concluyó que la estructura rueda dentada produce la mayor tensión alterna y resulta ser la más adecuada, ya que su diseño se asemeja al de la rueda de la bicicleta elíptica.

En Pereira López (2015) en su proyecto, el objetivo es crear y evaluar un método de generación de energía eléctrica que utilice de manera eficiente el potencial humano, mediante la instalación de un alternador de vehículo conectado a una bicicleta estática. Los resultados mostraron que, para generar una corriente útil, el ciclista debe superar las 700 RPM. Además, se determinó que 16 bicicletas pueden cubrir aproximadamente el 81% de la energía requerida por el gimnasio UTP. Para cubrir el 100% de la energía demandada utilizando la bicicleta, sería necesario aumentar el tiempo de uso o incrementar la cantidad de bicicletas en el gimnasio. En conclusión, la implementación de un sistema que aproveche la energía humana mediante una bicicleta estática y un alternador es una opción viable para lograr la autosuficiencia energética en cualquier gimnasio, ello se demuestra a través de los resultados obtenidos de $VAN = COP\$\ 4.943.895{,}0084$ y TIR = 10%. Lo cual representa alrededor de un 81% de la energía y el valor demandado por el gimnasio UTP. Entonces para suplir el 100% de la energía demandada mediante el uso de la bicicleta generadora si es posible y factible, sin embargo, restaría aumentar el tiempo de uso o aumentar el número de bicicletas en el gimnasio. López (2015)

En Argentina D'Agostino (2014) en su tesis denominada "Generación de energía eléctrica a partir de bicicletas estáticas de indoor", el objetivo general de este trabajo es resolver si es técnicamente posible utilizar la energía cinética generada durante una actividad física, como andar en bicicleta estacionaria, para convertirla en electricidad utilizando componentes disponibles en los diferentes establecimientos al alcance del usuario. La metodología de investigación fue de tipo aplicada, de campo y el método tipo inductivo. Los resultados muestran que es importante desarrollar nuevas estrategias ambientales, buscar formas limpias de producción de energía e incluso lograr una eficiencia consciente demostrando un sistema alternativo al público, donde el usuario se siente parte misma del fenómeno. La fundamental conclusión de este estudio es la afirmación de que, teniendo en cuenta la situación del mercado, los productos existentes y los inconvenientes cuando se requiere importar productos desde otras naciones, se utilizará esta idea como plan de responsabilidad social empresarial que refleja una fuerte obligación con la protección del medio ambiente y sociedad.

La problemática es el aumento de usuarios en los gimnasios que ha generado un mayor consumo de energía eléctrica debido al uso intensivo de equipos electrónicos, lo que incrementa los costos operativos y el impacto ambiental. Esto evidencia la necesidad de implementar soluciones energéticamente eficientes en estos espacios.

El generador de energía eléctrica del presente trabajo con el fin de cubrir el objetivo y problema planteado en esta investigación, se desarrolla a través de una bicicleta estática que utilizará la energía producida en el pedaleo para carga de las baterías de aparatos electrónicos, como celulares, laptops, reproductores de sonido, baterías portátiles. Esto permitirá lograr resultados muy ligados a los alcances de este proyecto, proporcionando una nueva propuesta para la generación de energía eléctrica de manera sustentable.

La implementación de un generador a través del pedaleo de una bicicleta estática es una lucha en la investigación y progreso de novedosas energías limpias y renovables. Primero, se llevó a cabo un análisis de los parámetros y probables generadores para desarrollar las adaptaciones de nuestro proyecto en cuanto al rendimiento y ventajas. Utilizamos un alternador por su mayor eficiencia y menores pérdidas, vida útil y capacidad de voltaje; todo esto en comparación con un dínamo. En cuanto a la transmisión

bicicleta – alternador, se utilizó poleas que cumplan con dicha función, ya que se requiere una relación de transmisión alta.

Con la simulación en SolidWorks, nos permitió realizar un análisis exhaustivo de nuestro generador de energía en cuanto a la evaluación de resultados de pruebas, modificaciones y optimización del diseño antes de tomar decisiones finales. Analizamos los problemas de no linealidad causados por el comportamiento de los materiales, desplazamientos y condiciones de contacto, en este caso entre la polea y la faja de transmisión. Esta herramienta nos facilita el uso de simular, ya que esta tarea la puede hacer el mismo diseñador sin necesidad de grandes especializaciones. Para analizar la evaluación económica nos fijamos en la (Tabla Nº 6) de potencia de cargas y tiempo para abastecer a los dispositivos.

La implementación de este generador es un modelo con alto potencial energético que se utilizó para proveer una fuente de bajo costo de electricidad. En un sistema de acoplamiento de generador en una bicicleta tipo spinning se cuenta que la velocidad máxima del alternador es de 4500RPM, el convertidor está orientado a demostrar que el voltaje y la corriente que se obtuvieron del alternador serán aptos para la carga de la batería. En conclusión, podemos afirmar que el tiempo necesario para cargar la batería en nuestro sistema varía entre 47 minutos y 1 hora.

OBJETIVOS

Objetivo general

- Implementar un generador de energía eléctrica para cargar dispositivos electrónicos.

Objetivos específicos

- Establecer parámetros para el generador de energía eléctrica.
- Ensamblar las adaptaciones a la bicicleta estática.
- Simulación y funcionamiento del generador de energía eléctrica.
- Análisis de evaluación económica.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Población

Para realizar el diseño y construcción de un generador de energía eléctrica para cargar dispositivos electrónicos, se recopiló información haciendo visitas a cinco gimnasios de la ciudad de Jaén. El cual se estima la cantidad de 220 bicicletas estáticas.

2.2. Muestra y muestreo

Se realizó un muestreo bietápico, en primer lugar, se cuantificó el tamaño de la muestra al cual se aplicó un conteo para obtener la cantidad de bicicletas estáticas. Posteriormente se calculó el porcentaje de bicicletas aptas para adaptaciones respecto a la población total.

2.3. Métodos

El tipo de investigación es aplicada, tiene como objetivo crear nueva tecnología a partir de los conocimientos adquiridos a través del análisis de datos para determinar si estos pueden ser sutilmente aplicados con o sin mayor refinamiento para los propósitos definidos. (Tam, Vera, & Oliveros, 2008). Con base en teorías existentes e investigaciones previas que permitieron construir el generador de energía eléctrica, se realizó una investigación de campo, recopilando información en gimnasios de la ciudad de jaén para diagnosticar necesidades y problemas, y así aplicar el conocimiento con fines prácticos.

Además, el diseño de la investigación es experimental, comprende la preparación de un escenario controlado o semi-controlado en donde el investigador manipula una o más variables para buscar obtener los resultados deseados. (lifeder, 2020). Por ello se verificó a través del diseño y construcción la generación de energía suficiente para cargar dispositivos electrónicos.

Es analítica, a partir del conocimiento general de una realidad realiza la distinción, conocimiento y clasificación de los distintos elementos esenciales que forman parte de ella y de las interrelaciones que sostienen entre sí. (ABREU & Luis, 2014). Esto se

manifiesta mediante de las funciones que cumplió cada componente que forma parte del generador.

Es sintético, es un proceso de razonamiento que reconstruye un todo, considerando lo realizado en el método analítico. (Gómez S. , 2019). Esto corresponde como resultado del diseño y construcción del generador de energía eléctrica.

2.3.1. Observación

Analizamos de forma detallada las bicicletas estáticas a trabajar para observar dificultades en las adaptaciones.

Tabla 1

Descripción de la Bicicleta Estática

Descripción	Tipo	Utilidad	Tiempo de uso
Bicicleta Estática	Bicicleta de cycling para generar energía	La La bicicleta solo necesita un impulso inicial de unos pocos pedales con las piernas, que son la parte del cuerpo humano con mayor capacidad muscular.	60 minutos

Fuente: Elaboración propia

2.3.2. Revisión de datos

Para este trabajo de investigación se revisó los datos detalladamente de cada bicicletas y equipos a utilizar en el diseño y construcción del generador de energía eléctrica y sus adaptaciones, para elegir el modelo que más se acople a nuestro proyecto.

Polea: Es el componente que admite fortaleza mecánica proveniente del motor de combustión interna por medio de una correa, generalmente de tipo V. Esta está conectada al eje del alternador, lo que hace girar el rotor en su interior y, a su vez, impulsa el ventilador ubicado dentro de los alternadores de última generación.

Inductor: El rotor, que en este modelo de máquinas actúa como el inductor, es la parte giratoria del alternador. Este componente recibe la fuerza mecánica de rotación y, al mismo tiempo, transfiere su energía al inductor.

Inducido: También conocido como estator, contiene varias pares de polos distribuidos de forma alternada. Estos polos están formados por un bobinado alrededor de un núcleo de material ferromagnético blando, como el hierro. La rotación del inductor genera un campo magnético variable, producido por imanes fijos, que, al atravesar los polos del inducido, induce una corriente alterna en él. Esta corriente se recoge en los terminales de la máquina.

Batería: Es un dispositivo de almacenamiento que suministra energía eléctrica para el motor de arranque de un motor de combustión, como el de un automóvil, o para el alternador de un motor o la turbina de un avión. Las baterías que se emplean como fuente de alimentación para vehículos eléctricos se conocen como baterías de tracción.

Inversor o Convertidor: Tiene la función de transformar un voltaje de entrada de cc en un voltaje de salida en ca, con la magnitud y frecuencia que se requiera según el diseño o las necesidades del usuario. Los inversores se utilizan en una amplia gama de aplicaciones, que van desde pequeñas fuentes de alimentación para computadoras hasta sistemas industriales para controlar alta potencia. También se emplean para convertir la corriente continua generada por paneles solares fotovoltaicos, baterías u otros acumuladores, en corriente alterna, lo que permite inyectarla en la red eléctrica o utilizarla en instalaciones aisladas.

2.4. Recolección de datos

Para realizar el presente trabajo se utilizó los siguientes instrumentos:

- Entrevistas a profesionales que nos brindaron información sobre adaptaciones. Ello nos ayudó a poder formular correctamente las encuestas desarrolladas. **Ver anexos 1, 2.**

Ecuación estadística para proporciones poblacionales

Margen de error: 5%

Nivel de confianza: 95

Población: 1080

$$n = \frac{Z^2(p * q)}{e^2 + \frac{(Z^2(p * q))}{N}}$$

Dónde:

n= Tamaño de muestra

z= Nivel de confianza deseado= 0.95

p= Proporción de la población con la característica deseada (éxito)= 0.5

q= Proporción de la población con la característica deseada (fracaso)= 0.5

e= Nivel de error dispuesto a cometer= 5 %

N= Tamaño de la población= 1080

$$\boldsymbol{n = 284}$$

- Total, de gimnasios en la provincia de Jaén: 8
- Gimnasios visitados (con permiso de los administradores): 5
- Total, de deportistas que usan bicicleta estática en el gimnasio**: 1080** (545 varones y 535 mujeres)

  - AT – Life = 500 (46.3 %)
  - Athletic Fitness = 400 (37 %)
  - Iron gim = 70 (6.5 %)
  - Nell's gim = 50 (4.6 %)
  - Hileoom – Do = 60 (5.5)

- Pinza amperimétrica, es un dispositivo electrodinámico para medir el voltaje
- Software SolidWorks Student Access, para simulación en 3D del modelo mecánico.

2.5. Análisis de datos

Las medidas principales del diseño del generador eléctrico, se realizó y se mostraron a través de un software SolidWorks Student Access CAD - CAE.

- **Obtención de resultados de las encuestas:**

Previamente se obtuvo un análisis exhaustivo a través de las tablas de encuestas y conversando con un profesional sobre estadística para poder formular un cuestionario directo hacia los encuestados en los 5 gimnasios de la ciudad de jaén.
Durante estas visitas, se aplicaron entrevistas estructuradas a los usuarios, utilizando un cuestionario previamente diseñado con preguntas cerradas y abiertas relacionadas con el uso de bicicletas estáticas, percepción del esfuerzo físico, disposición a generar energía mediante pedaleo, y nivel de interés en tecnologías sostenibles dentro del gimnasio. Estas entrevistas fueron realizadas de forma individual, directamente con los usuarios presentes en horario regular de funcionamiento, asegurando una muestra representativa de distintos perfiles de edad y condición física.

Los datos recolectados fueron organizados en tablas comparativas, clasificando las respuestas por gimnasio y por categoría de pregunta. Esta organización permitió identificar patrones comunes y diferencias entre los gimnasios visitados. Posteriormente, se realizó un análisis cuantitativo y cualitativo de las respuestas de los usuarios, obteniendo resultados clave como la frecuencia de uso de bicicletas, la aceptación de tecnologías generadoras de energía, y el tiempo promedio que los usuarios estarían dispuestos a pedalear. Estos resultados sirvieron como base para evaluar la viabilidad técnica y social del uso de bicicletas estáticas generadoras en entornos deportivos.

Diseño conceptual

Alternativas de soluciones:

Alternativa 1

Fuente: Elaboración propia

- Modelo económico. (anexo 3)
- Material de aluminio ligero.
- Chasis fino y frágil.
- No lleva transmisión de poleas
- No lleva volante de inercia.

Alternativa 2

Fuente: Elaboración propia

- Modelo de costo mayor. (anexo 4)
- Material de acero.
- Chasis robusto y pesado.
- Transmisión de poleas y fajas, lleva volante de inercia para acoplar poleas extras.

Seleccionamos la bicicleta estática Nº 2 porque:

- El modelo se adapta muy bien a nuestro trabajo.
- Lleva transmisión de poleas y fajas.
- El chasis y soporte de la volante de inercia es robusto y de acero.
- Lleva volante de inercia en la cual acoplaremos una polea.

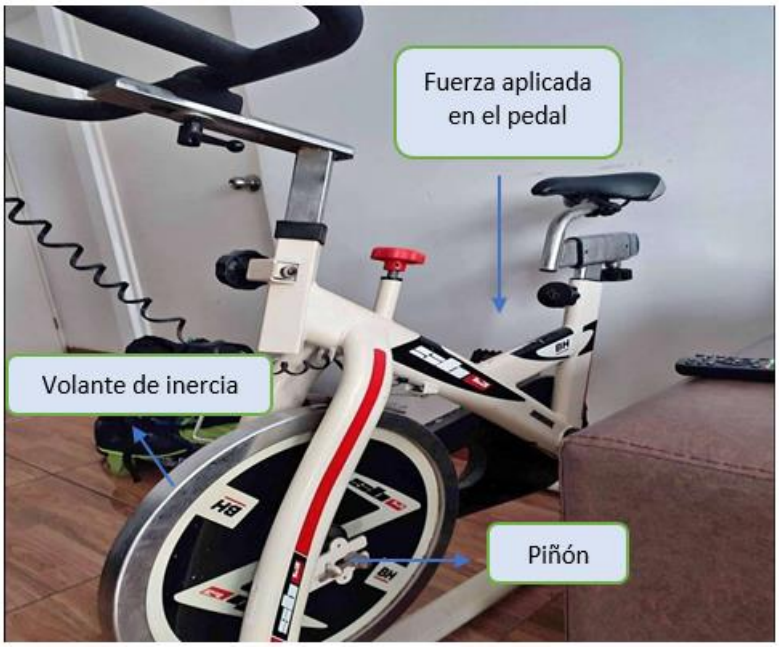
Tabla 2

Especificaciones de la Bicicleta Estática

Marca	Monark
Modelo	Sb 1.3 BH
Tipo de bicicleta fija	Spinning
Transmisión	Correa
Tipo de resistencia	Mecánico
Peso	32 kg
Peso máximo soportado	110 kg
Medidas (Largo x Ancho x Alto):	104*49*107 cm
Peso de la volante de inercia	16 kg

Figura 1

Selección de la Bicicleta Estática



Nota. Lado izquierdo, robusto brazos de soporte de la volante de inecia para adaptaciones de cortes y soldado.

Fuente: Elaboración propia.

En la imagen izquierda de la fig. 2 se midió los centímetros que se desplazó el brazo derecho (mirada frontal), para obtener el espacio que nesecita la polea y la faja para ser acoplada a la volante de inercia, siendo 7 centímetros en el punto inferior y 6 centímetros en la parte superior el espacio suficiente. Se analizó detalladamente los puntos donde serían los dos mejores cortes al brazo para que la bicicleta no pierda estabilidad ni robustez al soportar el peso de la volante y la polea.

En la imagen derecha de la fig. 2 hicimos los cortes y desplazamos el brazo, en la parte superior agregamos un tubo de 6 cm en forma de elipce para luego ser soldado (más detallado ver anexo 5, 6 y 7). En la parte inferior cortamos la plancha base del brazo, desplazamos y el la parte vacía colocamos una plancha de 7 cm de igual espesor y forma (ver anexo 8, 9 y 10).

Figura 2

Corte de Brazo y Desplazamiento

Nota. Comparación entre el antes y después del corte, desplazamiento del brazo derecho para acoplar una polea a lado de la volante de inercia.

Fuente: Elaboración propia.

Hemos seleccionado un electrodo revestido código E6013 de acero al carbono por su versatiliddad (en todas las posiciones) en el mundo de la soldadura, está diseñado para unir metales ferrosos y ofrece una excelente penetración, ideales para soldadura de alta resistencia

En la fig. 3 hemos soldado ambas partes, tanto la superficie superior del tubo en forma de elipse, como la superficie inferior en el cual agregamos una plancha de acero para unir la base del brazo. Tambien agregamos masilla flexible diseñada para rellenar grietas sobre superficies metálicas producto de la soldadura, luego lijamos la parte masillada para obtener una superficie lisa (ver anexo 11).

Figura 3

Soldado y Masillado

Nota. Culminación de la primera parte de la adaptación a la bicicleta estática en cortes, soldado y masillado. Todo esto para generar espacio para el acoplamiento de la polea a la volante de inercia.

Fuente: Elaboración propia

Al desplazar un brazo de soporte de la volante de inercia, el perno eje original queda obsoleto por falta de longitud (ver anexo 12). Buscamos el perno eje en diversas tiendas de pernos y bicicletas pero no hallamos, ya que es un perno especial de acero donde lleva dos rodajes a cada lado (ver anexo 13). Por eso, nos vimos en la necesidad de mandar a fabricar el perno de acero con las nuevas medidas, agregando 5 cm de rosca en la parte derecha en un torno de confianza y en nuestra presencia (ver anexo 14).

Luego de obtener el perno eje fabricado, colocamos los cuatro rodajes junto con la volante para asegurarnos que quede exactamente igual y soporte el peso como el perno original, para ver detalladamente (ver anexos 15 y 16).

Para diferenciar las medias de ambos pernos ejes, observamos la fig. Nº 4.

Figura 4

Reemplazo del Perno Eje

Nota. Fabricación y sustitución del perno eje. El perno eje superior es el original, el inferior de mayor longitud es el fabricado en el torno.

Fuente: Elaboración propia

Diseño conceptual

Alternativas de soluciones:

Alternativa 1

Fuente: Elaboración propia

- Modelo económico.
- Material de acero inoxidable.
- Mismo metal de la base a acoplar.
- Material común para soldadores.

Alternativa 2

Fuente: Elaboración propia

- Modelo económico.
- Material de aluminio.
- Material diferente a la base.
- Material inusual por soldadores

Seleccionamos la polea estática Nº 1 porque:

- La base es de mayor radio y se adapta muy bien a nuestro trabajo.
- El tipo de metal es el mismo con la base que acoplaremos.
- El metal es de común uso por los soldadores.
- Menor espesor en la base, ocupará menor espacio en la bicicleta estática.

Hallar la polea con las medias que necesitábamos y el peso ligero fue muy dificil, buscamos en tiendas, talleres de mecánica y no hallamos. Finalmente la conseguimos en un almacen de torno donde guardaban todo tipo de fierros de trabajos pasados, esta polea es de tipo “v” (ver anexo 17) y fue una pieza de un motor de molino. La encontramos con un poco de grasa pero en muy buenas condiciones.

Al llevar al torno la polea junto con la volante de inercia, analizamos junto al profesional (tornero) la mejor forma de unir estas piezas, llegando a la conclusión de utilizar un tercer elemento para que sea nexo entre la polea y la volante (observar la fig. 5). Este nexo fue un sólido pedazo de acero el cual con ayuda del torno acondicionamos en forma circular para que entre a la base que generamos en la polea también con ayuda del torno, procediendo luego a soldar fijamente a la polea. (ver anexo 18 y 19).

Figura 5

Base Acoplada a la Polea

Nota. La primera imagen es de la polea antes de ser trabajada. En la segunda notamos que a través del torno hemos acondicionado una abertura en la cual colocamos la base que unirá la polea con la volante de inercia.

Fuente: Elaboración propia

Una vez unida la base (parte interna) con la polea, volvimos a trabajar con la base (parte externa), esta vez a través del torno acondicionamos una abertura circular para que se acople al buje (ver anexo 20), el cual es la base donde ingresa el perno eje y los rodajes.

En la fig. 6 observamos el acople entre la polea y la volante de inercia, realizamos minunciosamente las medias de abertura entre estas dos en varios puntos hasta que quede exactamente igual en todos los puntos. Con el torno girando a velocidad el plato que soporta a la volante de inercia verificamos que esté derecho la volante junto a la polea. Una vez fijo estas dos, procedimos a soldar con varillas de electrodos correspondientes. (ver anexo 21)

Figura 6

Polea y Base Acoplada a la Volante de Inercia

Nota. Para medidas exactas paralelamente entre la polea y la volante de inercia, trabajamos ambas en el torno desde la unión y girando a velocidad ambas, hasta soldar fijamente.

Fuente: Elaboración propia

Una vez unido en un solo elemento la volante con la polea, decidimos llevarla junto a la bicicleta para mostrarla armada tal como vemos en la fig. 7. Pusimos en el perno eje los dos primeros rodajes agregando grasa y procedimos a introducirlo en el buje de la volante, luego agregamos los otros dos rodajes del otro lado y mostramos delante de la bicicleta estática (ver anexo 22 y 23).

Antes de ubicar la unión en la misma bicicleta nos aseguramos que el perno eje de acero soporte el peso extra de la polea, que en relidad es mínima. Procedimos al armado asegurando las tuercas de ambos lados, giramos la volante asegurándonos que las medidas estén bien. Observamos que el trabajo quedó perfectamente bien y pasamos al trabajo siguiente.

Figura 7

Volante de inercia y Polea Armada en la Bicicleta Estática

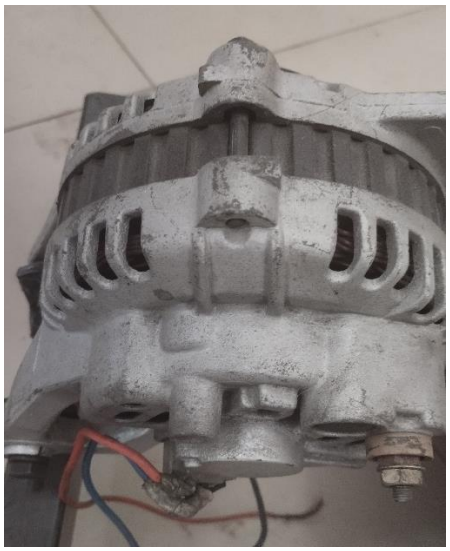
Nota. Armamos provicionalmente el perno eje junto a la volante con la polea en la bicicleta, para verificar que el trabajo de acoplamiento que hicimos sea el adecuado

Fuente: Elaboración propia

Diseño conceptual

Alternativas de soluciones: alternador - dínamo

Alternativa 1



Fuente: Elaboración propia

- Es mas eficiente que un dinamo
- Producen corriente alterna.
- Obtiene mayor velocidad de giro.
- El rotor y estator es muy compacto

Alternativa 2

Fuente: Hepsiburada

- Menos eficiente que un alternador
- Produce corriente continua.
- En bajas revoluciones no genera corriente suficiente.
- La energía que genera es limitada

Seleccionamos el alternador (alternativa 1), porque:

- El alternador es mas eficiente generando corriente.
- Usaremos el inversor para transformar la CA en CC.
- En revoluciones medias genera corriente suficiente.
- Posee una duración mayor y mantenimiento menor.

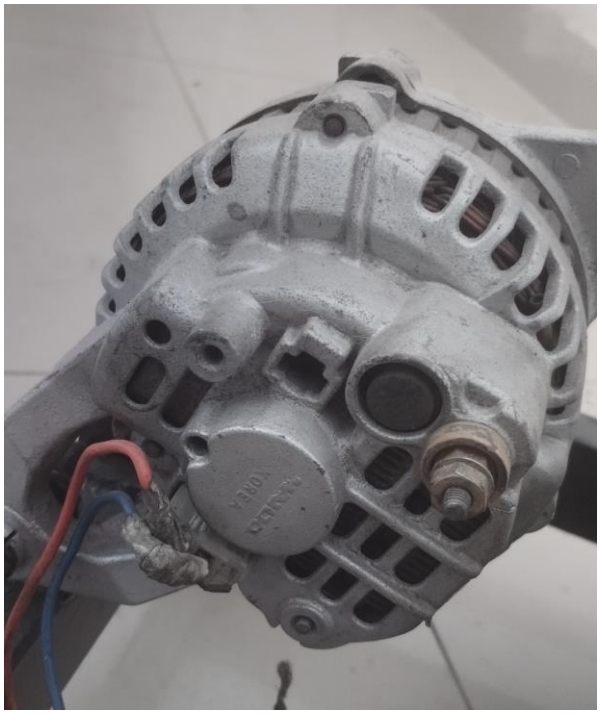
Tabla 3

Especificaciones del Alternador MANDO

Procedencia	Korea
Fabricante	Mando
Marca	Mando
Modelo	Mando
Exterior	Mecanizado
L	Kk/37 18 300
S	12 V
Amperios	45

Figura 8

Alternador



Nota. Seleccionamos un alternador de 12 V porque abastecerá para cargar la batería de 12 V con la cual trabajaremos.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4

Especificaciones del Inversor de Corriente DC – AC, Marca HAMI

ÍTEM	HM-150M	HM-300M	HM-600M
Potencia continua	150 W	300 W	600 W
Potencia pico	300 W	600 W	1200 W
Dimensiones (mm)	120*105*52	150*105*52	210*150*70
Voltaje entrada CC	10-15Vcc(modelo 12V)/20-30Vcc (modelo 24V)/40-60Vcc (modelo 48 V)		
Voltaje salida AC	220 V – 240 V AC + 10%		
Frecuencia salida	50 Hz + 10%		
Eficiencia	>80%		
Forma de onda AC	Senoidal modificada		
Protecciones	Alarma por baja batería/Apagado por baja batería/Sobretemperatura/ Sobrecarga/Cortocircuito/Inversión de polaridad (fusible)		
Tipos de batería	Plomo-ácido / Ventiladas / Selladas		

Seleccionamos el inversor de las especificaciones mensionadas porque el voltaje de entrada es de 10-15 V, y nuetra batería es de 12V, lo cual cumple. El precio es accesible en el mercado. (ver anexo 24)

Figura 9

Inversor DC - AC

Nota. Inversor de alta confiabialidad y eficiencia y capacidad para cargas elevadas.

Fuente: Elaboración propia

Una vez que obtuvimos el alternador y el inversor DC – AC, analizamos diferentes formas donde podríamos ubircar el alternador. La primera opción fue adaptarla en las patas estabilizadoras de la misma bicicleta estática soldando fierros como nexos y que estos puedan sostener el peso del alternador. Esta opción la descartamos por varios motivos como: la distancia entre las poleas iba ser muy corta, el peso que se agregaria a la bicicleta iba ser demasiado dificultando maniobrar la misma.

Decidimos fabricar una plataforma móvil y en esta adaptar la base para el alternador. En la fig. 10 observamos la estructura de la plataforma el cual es de tubo rectángulo de 2 plg de alto x 1 plg de ancho y la base del alternador es el plancha metálica. Para mayor detalle de la construcción de nuestra superficie móvil nos ubicamos al final de este informe (ver anexo 25, 26, 27, 28 y 29).

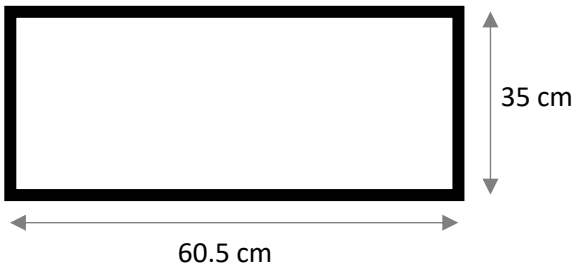
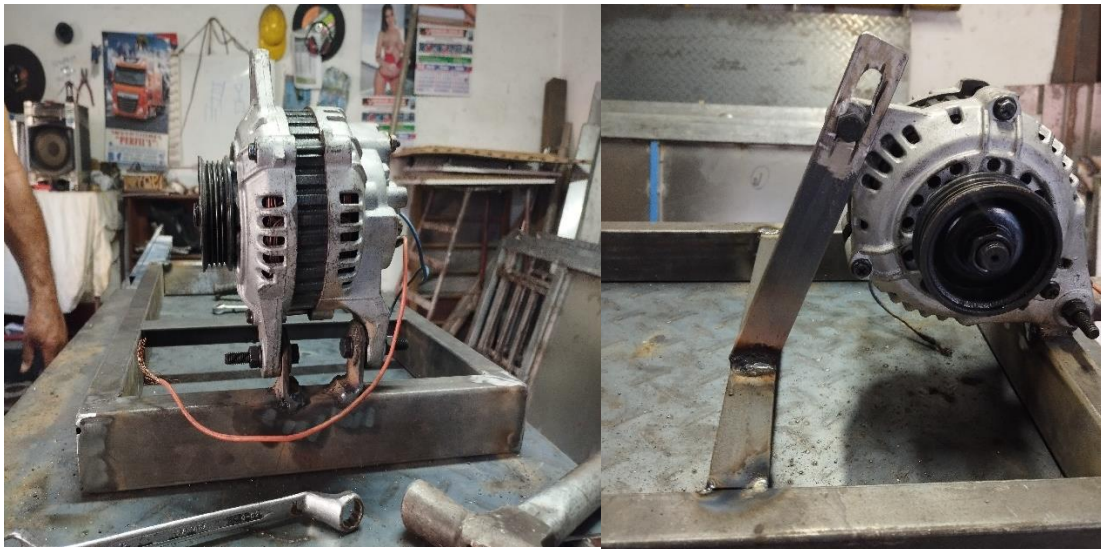


Figura 10

Base para el Alternador



Nota. Posicionamos de la mejor manera el alternador, fijándonos que la polea del alternador quede en la misma dirección que la polea de la bicicleta estática.

Fuente: Elaboración propia

Al decidir construir una plataforma para que en ésta vaya la base del alternador, optamos para que en la plataforma también vaya el resto de componentes de nuestro generador de energía. Al tener ya comprado el alternador y el inversor DC-AC, los medimos y sumamos un espacio prudente entre entre éstas para analizar el tamaño que iba ser la plataforma. Obviamente también sumamos las medidas de una batería la cual compraremos después.

En la fig.11 resumimos con dos imágenes la contrucción de la plataforma móvil. Alrededor de la parte vacía está la base donde irá el alternador, en el resto soldamos una plancha de 40x35 cm donde ubicaremos la batería y el inversor (ver anexo 30). Optamos también por soldar cuatro ruedas de tamaño suficiente para soportar el peso de los componentes (ver anexo 31).

Una vez construído la plataforma, con el esmeril lijamos hasta que quede liso las partes donde la soldadura dejó imperfectos. Posteriormente procedimos a pintar la superficie para darle una buena imagen estética (ver anexo 32 y 33).

Figura 11

Superficie Móvil

Nota. Construímos la plataforma móvil, préviamente teniendo las medidas del alternador, batería e inversor; y el espacio prudente entre éstas tres.

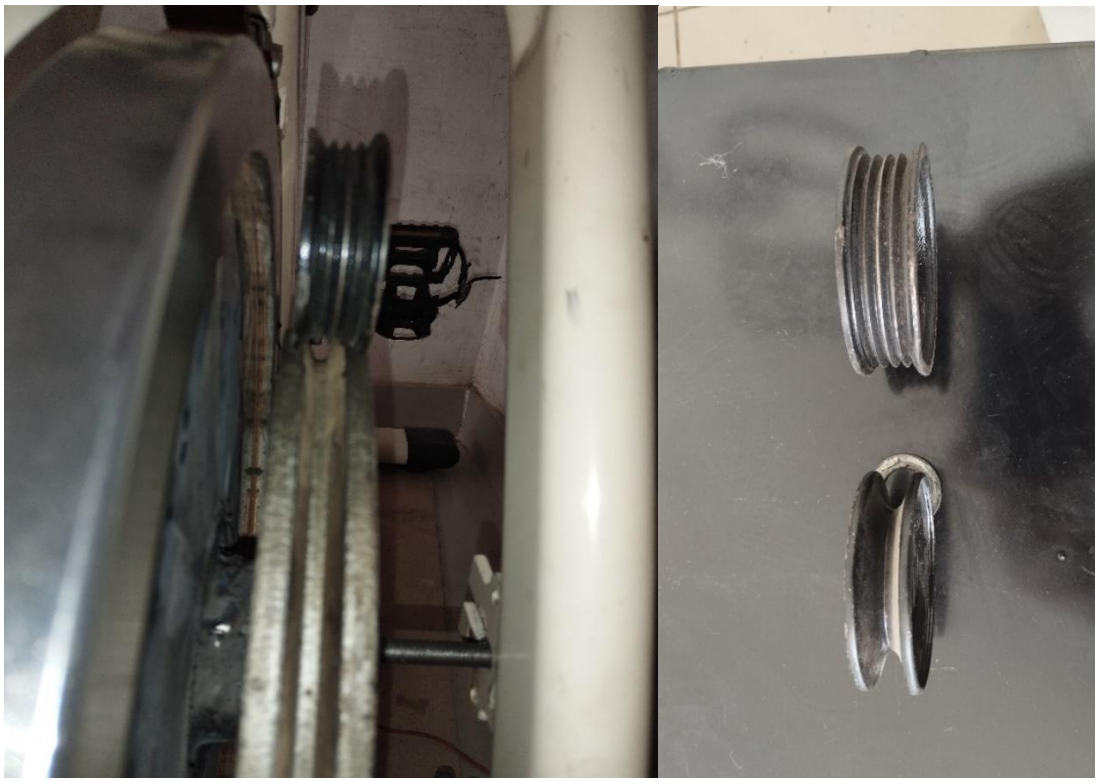
Fuente: Elaboración propia

Cuando tuvimos listo el alternador en la plataforma móvil, lo fuimos a ubicar delante de la bicicleta estática para tomar la medida de longitud que será la faja la cual una las dos poleas. Al presentarlas nos dimos cuenta que estas dos poleas eran de tipo diferente, entonces la mejor solución era sustituir la polea de 4 canales del alternador por contar en el mercado con con varios tipos de poleas en "V" de este tamaño con diferentes cantidades de canales.

En la fig. 12 ubicamos la polea del alternador encima de la polea acoplada a la volante de inercia, notamos que son de diferente tipos. La polea que reemplazaremos es tipo plana. En la otra imagen en la parte inferior tenemos la polea que compramos la cual es de tipo V, esta obtiene una mayor capacidad de potencia que una polea plana y su forma alta impide que la faja se salga por la mala alineación de sus ejes (ver anexo 34). Observamos que es de diferente tipo a la polea que desarmamos del alternador. Para diferenciar mejor las poleas (ver anexo 35).

Figura 12

Poleas Incompatibles



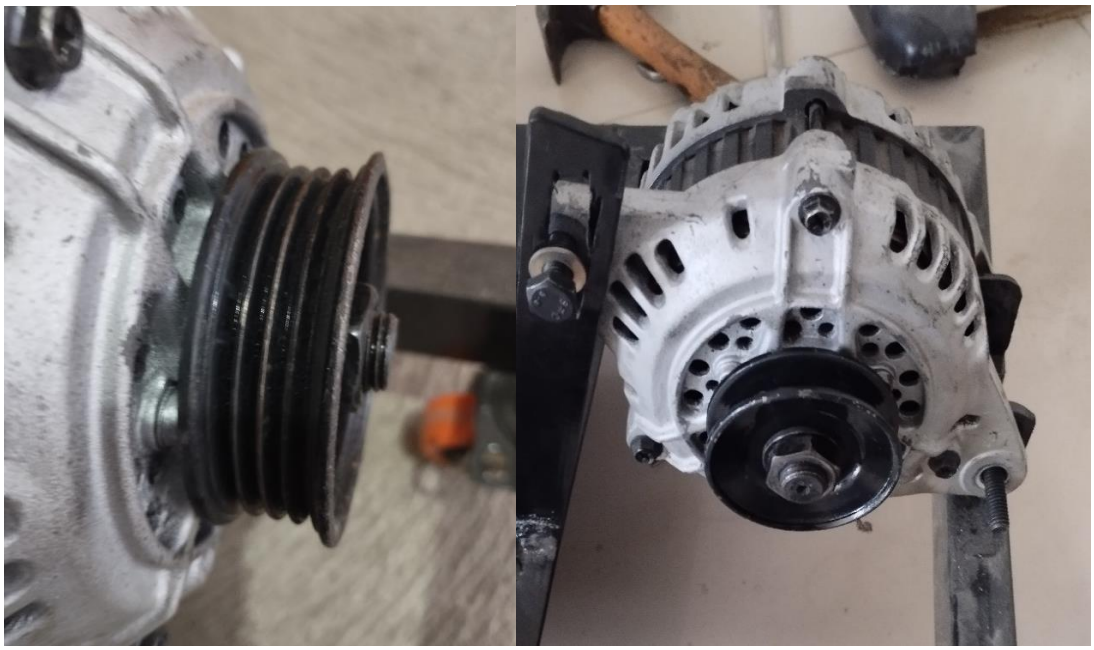
Nota. La polea que acoplamos a la volante es de tipo "V" de un solo canal, diferente a la polea del alternador que es de tipo "V", pero de cuatro canales.

Fuente: Elaboración propia

Teniendo comprada la nueva polea, con ayuda de una prensa procedimos a desarmar la polea original del alternador (ver anexo 3) y a reemplazarla por la nueva. Ésta polea es un poco mas pequeña, lo cual nos favoreció en la relación con la polea de la volante de inercia. Ajustamos bien el perno que fija a la nueva polea también con ayuda de la prensa y volvimos a ubicar el alternador en la base de la plataforma móvil.

Figura 13

Sustitución de Polea



Nota. Comparación entre la polea original de cuatro canales y la polea sustituida tipo V de un solo canal .

Fuente: Elaboración propia

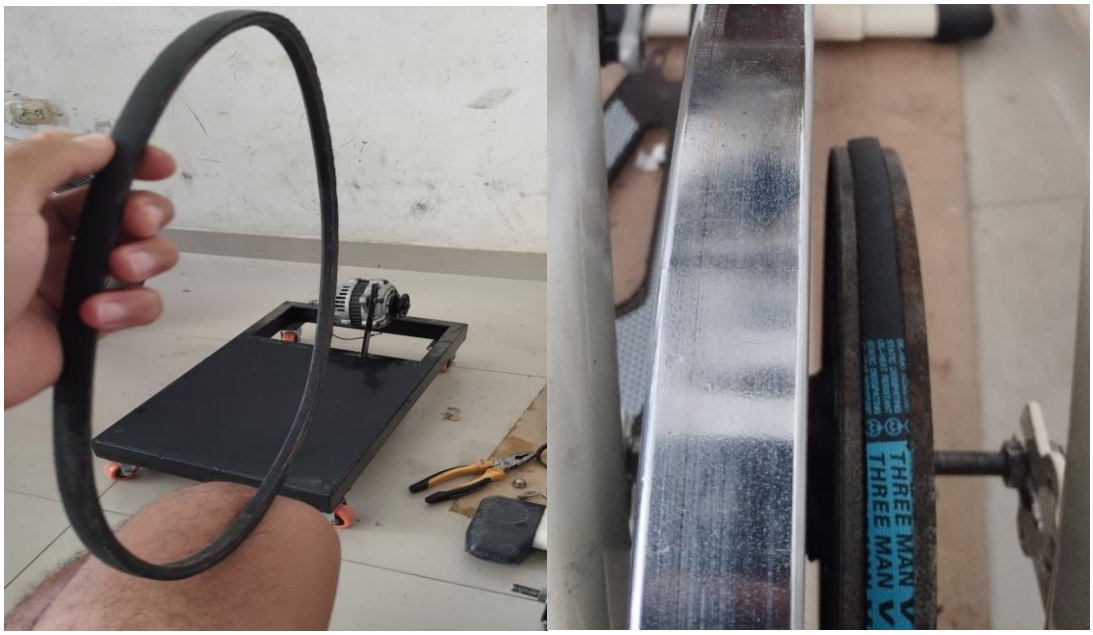
En la fig. 14 tenemos la faja de distribución con la que trabajaremos; es de material de nailon, caucho y cuero (ver anexo 37). Tiene gran aplicación en la industria debido a que permiten pequeñas distancias entre ejes de poleas y grandes relaciones de transmisión. Tienen mayor capacidad de carga que las correas planas debido a su mayor coeficiente de fricción. Diseño hecho para transmitir potencia de manera eficiente y económica.

Antes de hacer la compra, ubicamos la plataforma móvil con el alternador por delante de la bicicleta estática (ver anexo 38), medimos la distancia con una pita alrededor de las dos poleas simulando que es la misma faja. Con la media que obtuvimos procedimos a buscar la faja.

Con la faja en la mano y ubicándolas nos aseguramos que calcen bien en el canal de cada polea y no sobresalga la parte superior ni sobre espacio al colocarlas. Las medias de longitud y espesor son las correctas.

Figura 14

Compra de la Faja de Distribución



Nota. Seleccionamos el tipo de faja trapecial en “V” de un solo canal, que unirá ambas poleas, las cuales son del mismo tipo.

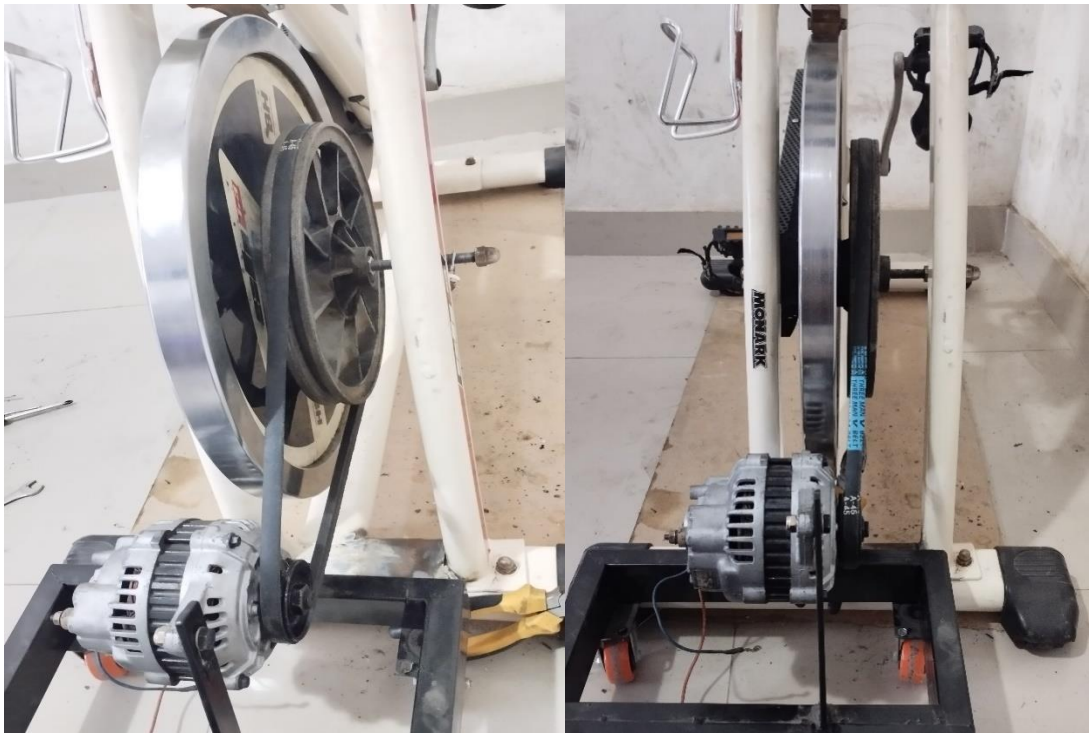
Fuente: Elaboración propia

Al asegurarnos que la faja sea la correcta, derivamos a unir las poleas mediante la faja y dando la dirección precisa (ver anexo 39) fijamos la bicicleta y la plataforma móvil. Ensayamos el trabajo subiendo a la bicicleta y llevando a cabo el pedaleo, primero a una intencidad prudente y luego a una intencidad alta.

En la fig. 15 observamos el alineamiento correcto en dirección de las dos poleas a través de la faja de distribución. La estabilidad de la bicicleta es buena e igual a como era antes de la adaptación, en un pedaleo a una intencidad alta. El alternador está muy bien fijado en las bases y la altura es la correcta.

Figura 15

Ubicación de la Faja de Distribución en Ambas Poleas



Nota. Nos aseguramos que el trabajo haya quedado bien, simulando la operación que tendrá el alternador, al anexar la faja de distribución con ambas poleas.

Fuente: Elaboración propia

En la fig. 16 vemos el trabajo culminado en cuanto a adaptaciones, los cuales fueron: adaptación de la bicicleta estática, adaptación de la polea en la volante de inercia, fabricación del perno eje, adaptación del alternador en la plataforma móvil, cambio de polea del alternador, unión de ambas poleas a través de la faja de distribución.

Figura 16

Imagen Lateral Derecha del Generador de Energía

Nota. Apreciación del generador una vez culminada todas las adaptaciones.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5

Ficha Técnica de la Batería

Procedencia	Perú
Garantía	1 año
Altura	22.7 cm
Ancho	30.5 cm
profundidad	17 cm
Modelo	15M99
Material	Polipropileno
Tipo de terminal	Grueso
Marca	Enerjet
Peso	21.6 kg
Amperaje	99 A
Voltaje	12 V

Seleccionamos la batería de las especificaciones mensionadas porque el voltaje de salida de nuestro alternador es de 12 V y el voltaje de entrada de nuestro inversor es de 10-15 V, y nuetra batería es de 12V, lo cual cumple.

Figura 17

Batería de 12V

Nota. Batería de excelente calidad, máxima potencia y funcionalidad.

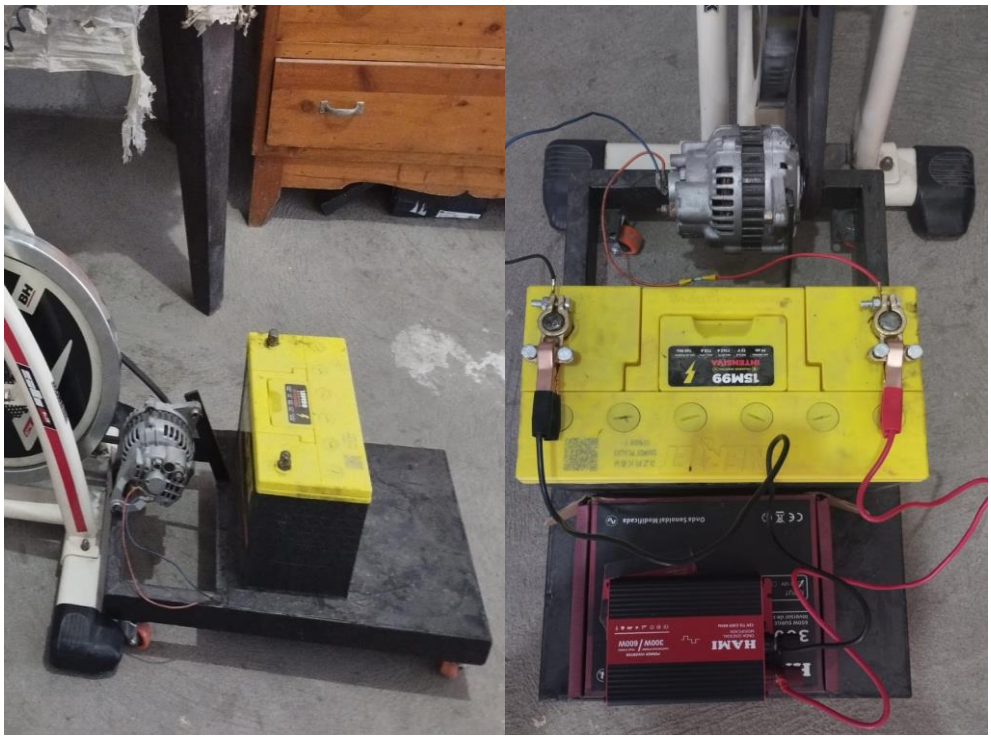
Fuente: Elaboración propia

Al tener la batería que compramos, la acomodamos en la plataforma móvil dejando espacio para ubicar el inversor. Con ayuda de la pinza amperimétrica medimos el voltaje de la batería el cual fue 12.67 V (ver anexo 40).

En la imagen derecha de la fig. 18, primero hemos puesto y ajustado los bornes a la batería. Luego, hemos conectado los cables de conector tipo ojo (ver anexo 41) del alternador a la batería. Por último, conectamos los cables del inversor a la batería a través del conector tipo cocodrilo (ver anexo 42).

Figura 18

Ubicación de la Batería y el Inversor en la Superficie Móvil



Nota. En la imagen izquierda está colocada la batería de acuerdo a las medidas que obtuvimos al diseñar la plataforma móvil, en la imagen derecha ubicamos también en inversor.

Fuente: Elaboración propia

Una vez ubicados y conectado el alternador, la batería y el inversor. En la fig 19 hemos activado el inversor presionando el botón on-of, procedimos a enchufar los cargadores del reloj inteligente (ver anexo 43) y los audífonos bluetooth y observamos que la carga funcione correctamente. Para observar la ficha técnica del reloj inteligente (ver anexo 44).

Figura 19

Recarga de la Batería del Reloj Inteligente y Audífonos Bluetooth

Nota. En la imagen izquierda hemos conectado el cargador del reloj inteligente al puerto USB del inversor, en la imagen derecha conectamos al mismo tiempo el cargador de los audífonos bluetooth.

Fuente: Elaboración propia

Para probar el funcionamiento de recarga a un celular, elegimos un celular común de gama baja, de marca Xiaomi, modelo Redmi Note 11, la batería es de 5000 mAh. Para ver las especificaiones técnicas del celular (ver anexo 45).

En la figura 20 observamos en el celular el mensaje de carga de batería al momento de conectar el cargador al celular, después de unos minutos nos aseguramos que la recarga siga normalmente (ver anexo 46) viendo el símbolo de carga en modo pantalla bloqueada en el celular.

Figura 20

Recarga de la Batería del Celular

Nota. Conexión y función correcta de recarga a nuestro celular.

Fuente: Elaboración propia

En la fig.21 probamos el funcionamiento del ventilador marca Belia de potencia de 40 W, para mostrar una imagen exclusivamente del modelo del ventilador (ver anexo 47), diferenciamos las imágenes y nos fijamos en el giro que va dando el ventilador en la segunda imagen a través de su funcionamiento. Para ver las especificaciones técnicas del ventilador (ver anexo 48).

Figura 21

Funcionamiento del Ventilador

Nota. En la imagen izquierda hemos conectado el enchufe del ventilador al inversor, en la imagen derecha activamos el botón on del ventilador y observamos el giro que va dando el ventilador.

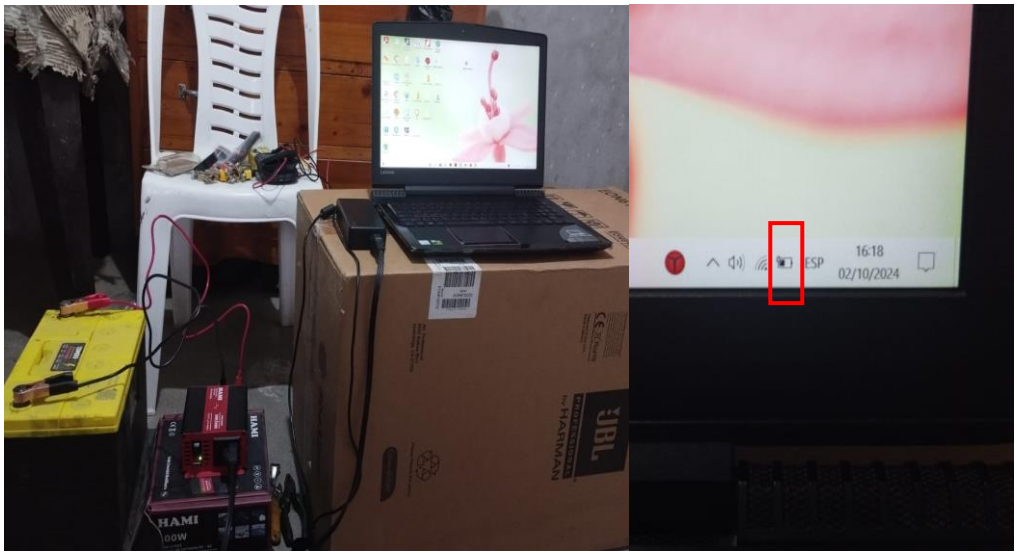
Fuente: Elaboración propia

Ahora probamos la recarga de nuestra laptop Lenovo Legion Y520, enchufando el adaptador de carga de la laptop al inversor y luego conectando a la laptop.

En la fig.22 imagen derecha vemos el símbolo de la batería recargando y el correcto funcionamiento. Para ver la información de la laptop y su adaptador de carga (ver anexo 49 y 50).

Figura 22

Recarga de la Laptop



Nota. En las imágenes apreciamos la laptop y su adaptador enchufados al inversor, también el símbolo en la pantalla que representa a la batería recargando.

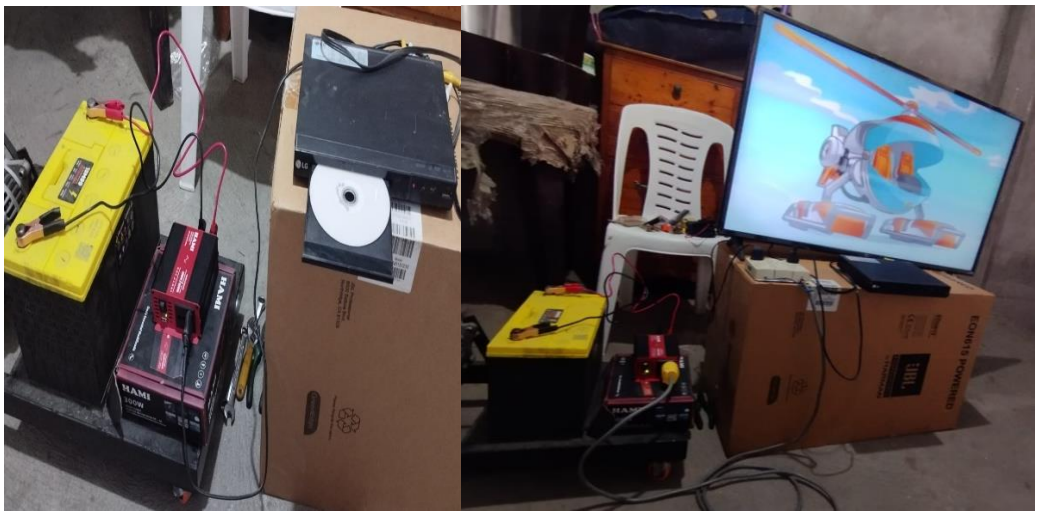
Fuente: Elaboración propia

Hicimos la conexión del DVD marca LG modelo DP132, el cual consume 9 W para su funcionamiento; encendimos a través del botón on y retiramos la disquera para colocar el disco mp4, luego en una extención conectamos el enchufe del televisor marca LG de 42 pulgadas y lo prendimos con el control remoto. Procedimos a unir los cables (ver anexo 51) de audio e imagen del DVD al televisor.

En la fig.23 del lado derecho observamos que, tanto los enchufes del televisor como del DVD están conectados a una extención el cual conecta al inversor. Probamos el funcionamiento de ambos dispositivos al mismo tiempo, ya que el DVD funciona a través del televisor proyectando las imágenes del disco mp4. Para ver la información de DVD y el consumo de W (ver anexo 52).

Figura 23

Funcionamiento del Televisor y DVD



Nota. Observamos el funcionamiento del DVD y del televisor, en el dvd insertamos un disco mp4 y conectamos los cables de imagen y audios del televisor al dvd.

Fuente: Elaboración propia

Por último, ubicamos la lavadora para probar su funcionamiento con nuestro generador de energía, la marca es LG modelo WF-T1364TP, de 14 kg de capacidad para lavar (ver anexo 53), 550 W de consumo. Para ver la placa de información de la lavadora (ver anexo 54).

En la fig.24 imagen izquierda acondicionamos la lavadora a lado de nuestro generador, en la imagen derecha conectamos el enchufe en el inversor y encendimos la lavadora, probamos diferentes botones de uso y funcionó normalmente. Reiteramos que esta lavadora tiene un consumo de 550 W y nuestro inversor abastece hasta 600 W, lo cual cumple. Este electrodoméstico tiene el consumo mas alto de todos nuestros dispositivos que probamos, desde el reloj inteligente y el celular pasando hasta ahora con esta lavadora.

Figura 24

Funcionamiento de la Lavadora

Nota. Observamos la instalación y el funcionamiento de la lavadora a través de la pantalla led que observamos en la imagen derecha.

Fuente: Elaboración propia

Después de todas estas pruebas a los dispositivos que funcionan sin batería (DVD, ventilador, TV de 42´´ y lavadora), y recargas a nuestros dispositivos que cuentan con una batería (reloj inteligente, audífonos bluetooth, celular y laptop). Ahora, a través de la pinza amperimétrica vamos a volver a medir el voltaje que tiene nuestra batería, el voltaje de la nueva media fue de 12.54 V (ver anexo 55).

Nuestra primera medida con la pinza amperimétrica fue de 12.67 V (ver anexo 40), quiere decir que con las pruebas y recargas consumimos 0.13 V.

(12.67 V – 12.54 V = 0.13 V)

Luego de analizar estas medias, optamos por recargar la energía utilizada de la batería conectada a nuestro alternador, con la faja unida a las poleas de la volante con el alternador y volviendo a conectar los cables (positivo y negativo) del alternador a la batería Enerjet de 12 V. Desde el tacómetro digital en 0 (ver anexo 56), procedimos a pedalear intensamente durante 10 min un promedio de 6.8 kilómetros tal como arroja el tacómetro digital de la bicicleta estática (ver anexo 57 y 58) todo esto a una velocidad promedio de 35 km/h (ver anexo 59).

Por último medimos con la pinza amperimétrica el nuevo resultado después de pedalear en la bicicleta estática con la intención de recargar nuestra batería, el nuevo resultado es de 12.63 V (ver anexo 60). Quiere decir que hemos recargado **0.09 V** recorriendo 6.8 km en solo 10 min auna velocidad de 35 km/h.

(12.63 V – 12.54 V = 0.09 V)

III. RESULTADOS

3.1. OBJETIVO ESPECÍFICO 01: ESTABLECER PARÁMETROS PARA EL GENERADOR DE ENERGÍA ELÉCTRICA.

Para construir un generador de energía eléctrica, es crucial definir y optimizar una serie de parámetros claves. Estos parámetros se pueden agrupar en categorías relacionadas con la mecánica, la electricidad del sistema.

3.1.1. Parámetros Mecánicos:

- **Relación de Transmisión:**
    - Determinamos la velocidad de rotación del alternador en función de la velocidad de pedaleo.
    - Implica seleccionar adecuadamente el tamaño de las poleas, piñones, fajas.

      Relación de transmisión de las poleas:

      1>2:3>4 (polea 1 transmite a 2, 2 está solidaria con 3, polea 3 transmite a 4)

      Datos:

      d_A = 20 cm

      d_B = 6.5 cm

      d_C = 27 cm

      d_D = 6 cm

      RPM_A = 118.8 (Tabla 2, RPM equilibrado)

        - ❖ Cálculo de velocidad en el eje 2

$$n_1 * d_1 = n_2 * d_2 \qquad (1)$$

Remplazamos los datos, en la **Ecuación 1**

$$118.8\ rpm * 20 = n_2 * 6.5\ cm$$

$$n_2 = \frac{118.8 * 20}{6.5} = \frac{2360}{6.5} = 363\ rpm$$

❖ Cálculo de velocidad en el eje 3

$$n_2 = n_3(mismo\ eje) \quad (\mathbf{2})$$

$$n_3 * d_3 = n_4 * d_4 \quad (\mathbf{3})$$

Aplicamos la **Ecuación 3**

$$363\ rpm * 27 = n_4 * 6\ cm$$

$$n_4 = \frac{363 * 27}{6} = \frac{9801}{6} = 1633.5\ rpm$$

- **Eficiencia del Sistema de Transmisión:**
  - Minimizamos las pérdidas por fricción en las fajas y engranajes, alineando correctamente los componentes para evitar desgastes y pérdidas de energía. Dando una tensión adecuada de las fajas porque una faja muy suelta puede deslizarse y generar calor por fricción y una faja demasiada tensa puede desgastar rodamientos y poleas. También lubricando la faja cada cierto tiempo dependiendo del uso.
  - La medida de las fajas son las siguientes:

    La longitud de la faja que une la polea 1 y 2 es de 150 cm y la que une la polea 3 y 4 es de 112 cm.
- **Inercia del Volante de Inercia:**
  - Ya que la bicicleta estática posee un volante de inercia, este elemento es sumamente importante, ya que este acumula energía cinética que mantiene la rotación del alternador más estable (esto debido al peso de la volante). El diámetro de la volante es de 45 cm, su peso es de 16 kg y el material es de acero inoxidable.
  - Nos ayuda a suavizar las fluctuaciones en la generación de energía.
  - Nos proporciona una sensación de pedaleo más uniforme y agradable.

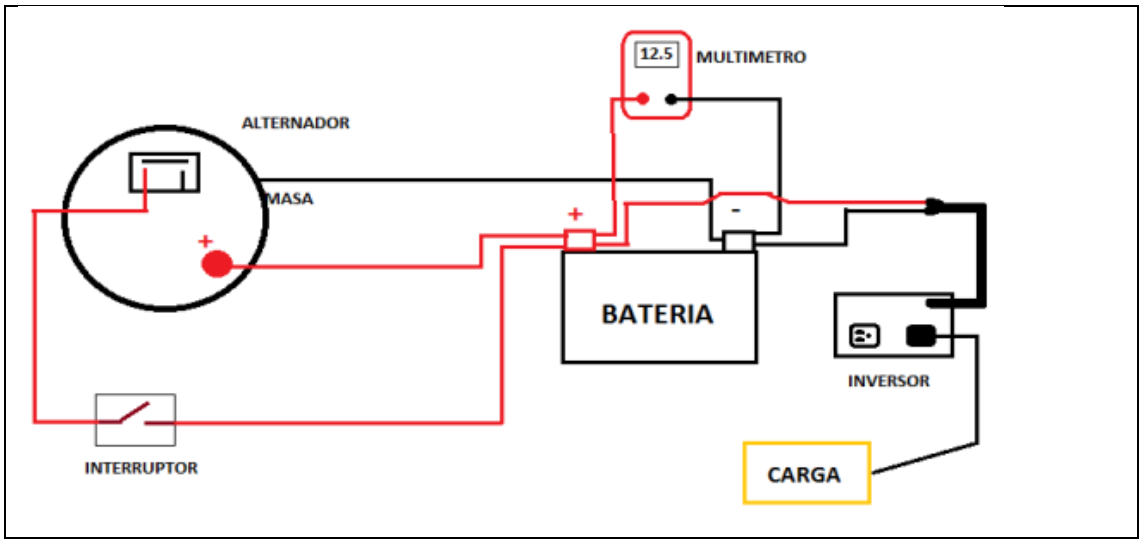
- **Soporte y Fijación del Alternador:**
    - Aseguramos una fijación robusta y estable del alternador a la superficie móvil en un ángulo de 45°, el diámetro de la polea es de 6 cm, el voltaje del alternador es de 12v.
    - Alineamos correctamente el alternador con el sistema de transmisión y la polea adaptada en la volante de inercia.

3.1.2. Parámetros eléctricos:

- **Sistema de Almacenamiento de Energía:**
    - Capacidad de la batería para almacenar la energía generada. Trabajamos con una batería marca Enerjet de 12 placas, recargable en carga lenta con ácido y agua destilada. Tiempo de vida de 5 años.
    - Eficiencia del sistema de carga y descarga de la batería.
    - Tipo de batería (plomo-ácido, litio, etc).
- **Inversor:**
    - Nuestro inversor de corriente DC-AC tiene la suficiente potencia para los aparatos que estamos trabajando (max 600 watts). Marca HAMI, onda senoidal modificada, alarmas de carga máxima y descargue, protección de cortocircuitos y sobrecalentamiento.
- **Cableado y Conexiones:**
    - El cableado es del grosor adecuado para la corriente que circula por él.
    - Las conexiones deben de estar bien aseguradas, para evitar calentamientos, y perdidas de energía. Nosotros utilizamos cables de cobre calibre 14 con aislamiento exterior para protección del usuario y las conexiones son de tipo ojo y tipo cocodrilo original del inversor.

Figura 25

Circuito de las Conexiones del Sistema Implementado



El término "RPM" significa "revoluciones por minuto" y es una cifra clave importante cuando se entrena con una bicicleta estática. RPM indica cuántas revoluciones hacen los pedales o el volante por minuto. En una bicicleta estática se refieren a cuántas veces completas dar una vuelta al pedal en un minuto. Contamos las revoluciones de los pedales en un minuto, el cual es el método más preciso de todos.

Según las pruebas que realizamos, obtuvimos valores y se ordenan las RPM de menor a mayor, observamos la gráfica.

Tabla 6

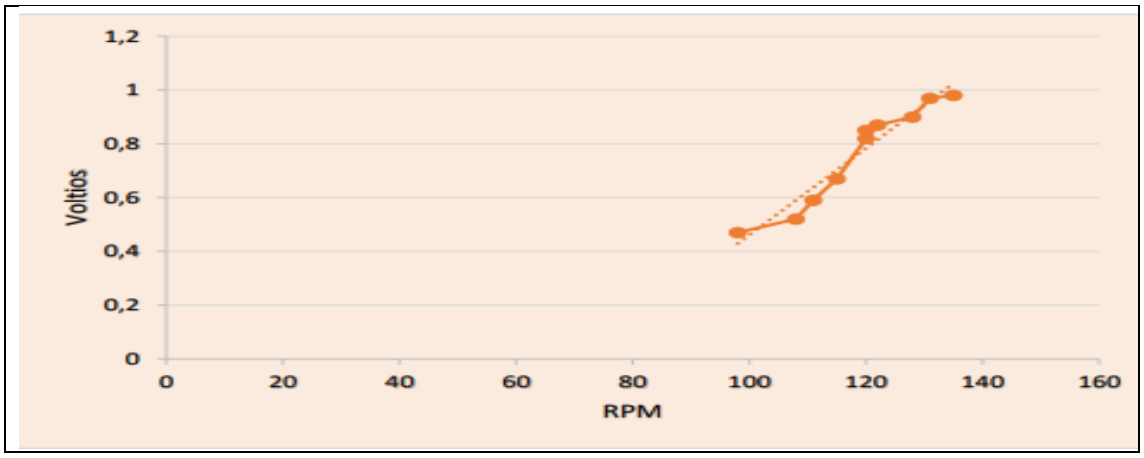
Datos de Pedaleo por 1 Minuto

Genero	Edad	RPM	voltios
F	22	98	0,47
M	22	108	0,52
F	24	111	0,59
F	26	115	0,67
M	21	120	0,82
M	23	120	0,85
M	25	122	0,87
M	24	128	0,9
M	27	131	0,97
M	28	135	0,98

Significado de M: masculino, F: femenino

Figura 26

Datos de Pedaleo por 1 Minuto



Podemos ver que las revoluciones por minuto (RPM) son determinadamente proporcionales al voltaje producido. La RPM equilibrado general es de 118,8 RPM, con un promedio de 123,4 RPM para los hombres y 108 RPM para las mujeres. Además, se nota que, al superar las 120 RPM, se genera aproximadamente 1 voltio, manteniendo un pedaleo casi constante.

El pedaleo se realizó durante un tiempo superior a 15 minutos. Para simplificar el análisis, se condensó la tabla con la información presentada previamente, omitiendo las RPM registradas cada 5 minutos y el entorno en el que se realizaron las mediciones, ya que, según el preparador físico, el entorno no influye en el rendimiento de la actividad. Considerando la corriente de 2,2 amperios que circula entre el alternador y la batería, se puede calcular la potencia promedio que la persona genera al pedalear.

Tabla 7

Datos de Pedaleo Durante Tiempo Mayor a 15 Minutos Simplificada

Genero	Edad (años)	Duración (min)	Promedio RPM	Actividad Física	Voltaje efectivo	Potencia Generada
F	26	20	102,75	sedentario	11,80	25,96
M	28	40	126,88	Muy Activo	13,66	30,05
F	22	28	102,20	sedentario	11,42	25,12
M	21	36	114,29	sedentario	12,00	26,40
M	25	40	121,75	Muy Activo	13,11	28,84
M	24	35	120,71	Activo	12,99	28,58

M	22	48	120,44	Muy Activo	12,98	28,56
F	24	25	104,6	Activo	12,28	27,02
M	29	48	118,67	Activo	13,57	29,85

Significado de M: masculino, F: femenino

Nota: información de la generación de energía superior a 15 minutos por personas.

Para realizar el análisis, se consideraron las tres categorías según la actividad que cada persona realizó a lo largo de una semana, tal como se detalla en la tabla:

Tabla 8

Clasificación Actividad Física Mínima (Sedentaria)

Genero	Edad (años)	Duración (min)	Promedio RPM	Voltaje carga Batería	Voltaje Efectivo
F	26	20	102,75	12,3	11,8
F	22	28	102,20	11,8	11,42
M	21	36	117,29	12,8	12
F	22	20	93,75	11,7	11

Nota: Actividades de pedaleo por rango sedentario. Significado de M: masculino, F: femenino.

En esta categorización, evaluamos cómo una persona con poca actividad física puede generar una carga efectiva de entre 1.50 voltios y 2.7 voltios.

Tabla 9

Datos de Pedaleo por Categoría Activa de las Personas

Sexo	Edad (años)	Duración (min)	Promedio RPM	Voltaje carga Batería	Voltaje Efectivo
M	15	17	107,67	13	12,43
M	15	20	109,75	12,3	11,72
M	24	35	120,71	13,50	12,99
F	24	25	104,60	13	12,28
M	29	48	118,67	14,20	13,57
F	21	25	96,20	13,80	13,08
M	23	30	104,67	13,30	12,61

M	25	38	104,00	14,05	13,28
F	22	27	109,20	13,60	12,81
M	23	42	109,38	13,8	13,28

Nota: Reporte de la posibilidad de generar energía de personas activas. Significado de M: masculino, F: femenino.

En esta categoría, calculamos cómo una persona con baja actividad física puede efectuar una carga que varía entre 2.67 voltios y 3.84 voltios.

Tabla 10

Cuadro de Categorización por Actividad Física del Individuo

Trabajo Físico	RPM PROMEDIO		Voltaje efectivo
	Femenino	Masculino	
Sedentario	99,57	114,29	11 - 12
Activo	103,33	110,69	11,72 - 13,57
Muy Activo	N/A	118,59	11,87 - 13,66

En la tabla anterior se presenta una calificación de la actividad física del deportista, lo que nos permite evaluar el comportamiento del prototipo en función de su categorización.

Tabla 11

Tabla para Analizar la Evaluación de la Potencia de Cargas y Tiempo para Abastecer a los Dispositivos

CARGA	**POTENCIA (WATTS/HORA)**	**TIEMPO DE CARGA (hr)**	**BATERÍA 12 V**	**CARGA O FUNCIONAMIENTO (hr)**
RELOJ INTELIGENTE	0.5	2	1000 W	2000
CELULAR	5	2	1000 W	200
DVD	9	--	1000 W	111
VENTILADOR	40	--	1000 W	25
LAPTOP	50	2	1000 W	20

PC	100	--	1000 W	10
TV LED DE 42”	120	--	1000 W	8.3
LAVADORA	550	--	1000 W	1.8

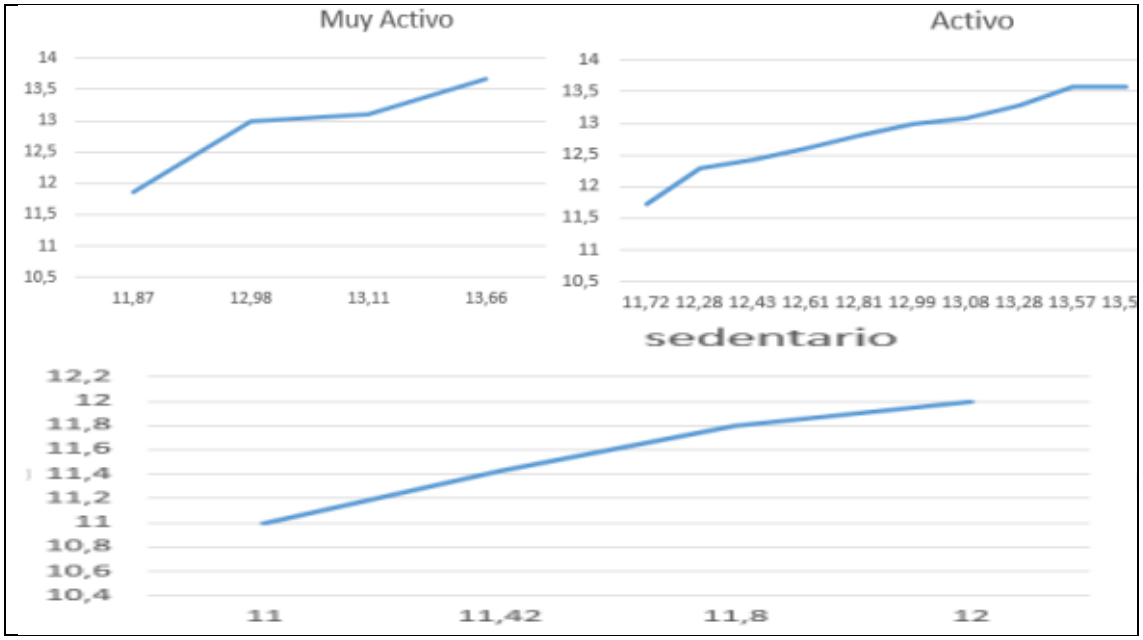
Fuente: elaboración propia

Este cuadro es un estudio que llevamos a cabo para analizar todos los dispositivos que abastece nuestro generador de energía. Desde un reloj inteligente hasta una lavadora, la máxima potencia que consumen nuestros dispositivos para su funcionamiento es la lavadora con 550 watts/hora, el cual es menor a la máxima potencia que abastece nuestro conversor (600 watts/hora).

La columna de “cargas” se refiere a los dispositivos que trabajamos con nuestro generador de energía, la columna de “potencia” es el consumo en watts/hora que necesita cada dispositivo para su carga (los que cuentan con batería como un celular) o para su funcionamiento (como un dvd o un tv), la columna de “tiempo de carga” se refiere a la cantidad de horas que necesita un dispositivo con batería para su carga total, la siguiente columna de “batería” es la cantidad (1000 W) que abastece una batería de 12 V, y por último en la columna de “carga o funcionamiento” son las horas que abastece la batería de 12V a cada dispositivo para su carga (reloj) o funcionamiento (tv) de acuerdo a la potencia que consumen. Ejemplo del reloj: 1000/0.5=2000

Figura 27

Rendimiento General del Pedaleo en Cuanto a la Carga Efectiva, Según el Nivel de Actividad Física de la Persona.



Gráfica:

Carga efectiva

La carga efectiva está relacionada con la capacidad de almacenamiento de la batería, que en este sistema es de 12V y 18Ah. Además, depende de las RPM a las que se genera la carga, ya que durante las pruebas no todos los individuos mantuvieron un pedaleo constante, lo que puede influir en la variación de la carga según el tiempo de pedaleo y las RPM alcanzadas, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 12

Carga Efectiva Dependiendo del Pedaleo y las RPM

Genero	Promedio RPM	Voltaje de Carga	Voltaje efectivo
M	107,67	13,30	12,73
M	109,75	12,90	12,32
F	102,75	12,50	12,00
M	126,88	14,50	13,66
F	102,20	11,80	11,42
M	114,29	12,80	12,00
M	121,75	13,80	13,11

M	120,71	13,50	12,99
M	120,44	13,70	12,98
F	104,60	13,00	12,28
M	118,67	14,20	13,57
F	96,20	13,80	13,08
M	104,67	13,30	12,61
M	104,00	14,05	13,28
F	109,20	13,60	12,81

Significado de M: masculino, F: femenino

Descarga batería de almacenamiento

Para evaluar la durabilidad de la batería, se llevaron a cabo pruebas utilizando diversos dispositivos de uso cotidiano.

Tabla 13

Tiempo Funcionamiento con Dispositivos

Dispositivo	Tiempo de Inicio	Voltaje de Inicio	Tiempo Final	Voltaje final
Celular (Batería 1,85Wh)	03:40 p. m	12,53	05:42 p. m.	Carga parcial de la batería
MP3	05:30 p. m.	11,7	22:00	Carga parcial de la batería

3.2. OBJETIVO ESPECÍFICO 02: ENSAMBLAR LAS ADAPTACIONES A LA BICICLETA ESTÁTICA

- **Primera modificación**

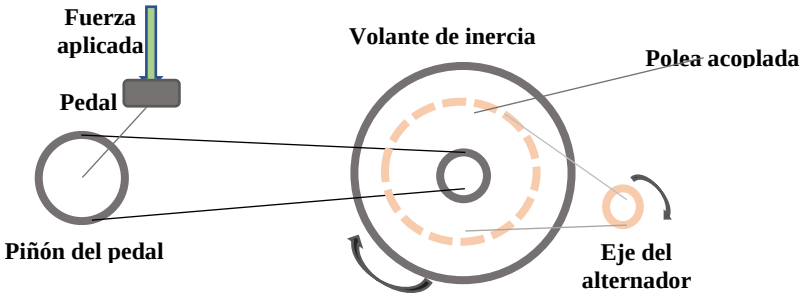
La primera modificación que debe hacerse a la bicicleta estática es la de acoplar una polea de menor tamaño a lado de la volante de inercia. Para esto, es necesario instalar una polea adicional que una a la polea del alternador.

Según la figura 28, la polea primera será la que genera el impulso, y estará conectada a los pedales de la bicicleta. A través de una correa, se acoplará a la segunda polea situada en el volante de inercia, la cual es solidaria a la tercera polea por medio de

un eje. De manera que pueda conectarse mediante otra faja a la polea del alternador. Para observar el resultado nos fijamos en el anexo 22.

Figura 28

Modificaciones Propuestas



Fuente: Elaboración propia

- **Segunda modificación**

Fue de desplazar el brazo derecho (mirada frontal) de la bicicleta, para obtener el espacio que nesecita la polea y la faja para ser acoplada a la volante de inercia, siendo 7 centímetros en el punto inferior y 6 centímetros en la parte superior el espacio suficiente. Se analizó detalladamente los puntos donde serían los dos mejores cortes al brazo para que la bicicleta no pierda estabilidad ni robustez al soportar el peso de la volante y la polea.

Hicimos los cortes y desplazamos el brazo, en la parte superior agregamos un tubo de 6 cm en forma de elipce para luego ser soldado (ver anexo 5, 6 y 7). En la parte inferior cortamos la plancha base del brazo, desplazamos y el la parte vacía colocamos una plancha de 7 cm de igual espesor y forma (ver anexo 8, 9 y 10).

- **Tercera modificación**

Vimos que al esplazar un brazo de soporte de la volante de inercia, el perno eje original queda obsoleto por falta de longitud (ver anexo 12). Buscamos el perno eje en diversas tiendas de pernos y bicicletas pero no hallamos, ya que es un perno especial de acero donde lleva dos rodajes a cada lado (ver anexo 13). Por eso, nos vimos en la necesidad de mandar a fabricar el perno de acero con las nuevas medidas, agregando 5 cm de rosca en la parte derecha en un torno de confianza y en nuestra presencia (ver anexo 14).

Luego de obtener el perno eje fabricado, colocamos los cuatro rodajes junto con la volante para asegurarnos que quede exactamente igual y soporte el peso como el perno original, (ver anexos 15 y 16).

- **Cuarta modificación**

Analizamos diferentes formas donde podríamos ubicar el alternador. Decidimos fabricar una plataforma móvil de 65.5 cm x 35cm y en esta adaptar la base para el alternador. La estructura de la plataforma es de tubo rectángular de 2 plg de alto x 1 plg de ancho y la base del alternador es el plancha metálica. Para mayor detalle de la construcción de nuestra superficie móvil nos ubicamos al final de este informe (ver anexo 25, 26).

Optamos para que en la plataforma también vaya el resto de componentes de nuestro generador de energía. Al tener ya comprado el alternador, la batería y el inversor DC-AC, los medimos y sumamos un espacio prudente entre entre éstas para analizar el tamaño que iba ser la plataforma.

Alrededor de la parte vacía está la base donde irá el alternador, en el resto soldamos una plancha de 40x35 cm donde ubicaremos la batería y el inversor (ver anexo 30). Optamos también por soldar cuatro ruedas de tamaño suficiente para soportar el peso de los componentes (ver anexo 31).

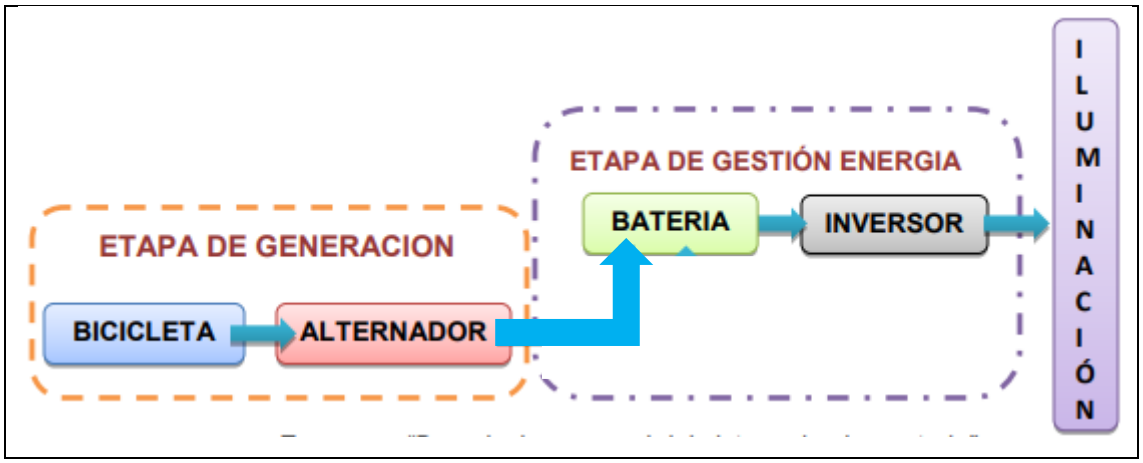
Una vez construído la plataforma, con el esmeril lijamos hasta que quede liso las partes donde la soldadura dejó imperfectos. Posteriormente procedimos a pintar la superficie para darle una buena imagen estética (ver anexo 32).

Descripción general del sistema

En este sistema se aprovecha la energía cinética y convertirla en energía eléctrica mediante un alternador, que generará la corriente necesaria para cargar una batería. El diseño del sistema de generación de energía consistió en identificar las diferentes etapas de generación y gestión de la energía.

Figura 29

Descripción General del Sistema Implementado



(Campos, y otros, 2019)

Etapa de generación: En esta fase, se activa el funcionamiento mecánico de la bicicleta, que solo requiere un impulso de las piernas en los pedales. La bicicleta está equipada con una rueda de inercia o plato para facilitar el pedaleo. En este sistema diseñado, el pedaleo es el punto de contacto del usuario, a través del cual se transfiere la energía generada hacia el alternador.

Etapa de gestión de la energía: En esta fase, la gestión de la energía se centra en su almacenamiento y distribución. La energía se obtiene del alternador, que genera un voltaje para permitir que la batería almacene la energía producida por el usuario. Luego, la energía almacenada se distribuye mediante un inversor, que convierte el voltaje a corriente alterna simétrica, lo que permite conectar una carga, como un dispositivo electrónico o una lámpara.

Este esquema ilustra el funcionamiento conceptual del sistema. Para que el alternador comience a generar energía, es necesario que reciba una corriente de excitación, la cual se produce a partir de una corriente de preexcitación, dado que el campo magnético remanente del rotor es insuficiente. Para ello, se ha integrado un interruptor de encendido que permite el flujo de corriente a través de la batería, pasando por la lámpara de control de carga (luz piloto), el regulador y el devanado de excitación.

Figura 30

Alternador: Esquema de Sistema Implementado Tomado de Evolución Verde

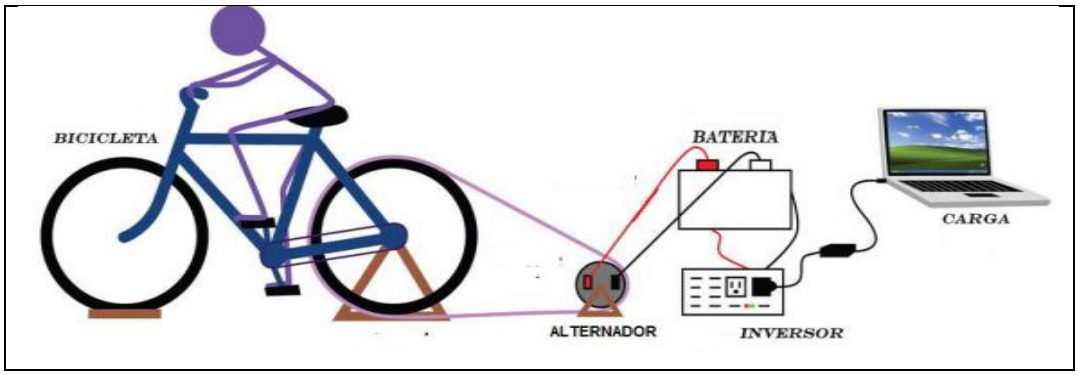
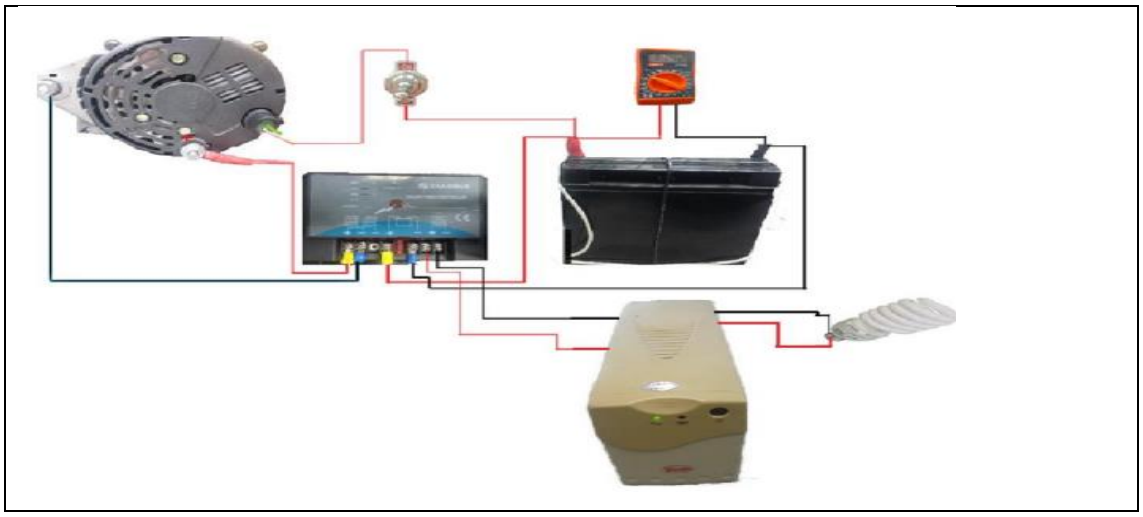


Figura 31

Esquema de las Conexiones del Sistema Implementado con los Elementos del Prototipo



En el diseño conceptual se llevó a cabo un análisis de diversas opciones para generar electricidad, utilizando principalmente dos tipos de generadores: el axial y el radial. Para determinar la mejor forma de acoplar el generador al movimiento rotacional de la bicicleta, se propusieron varias alternativas que fueron evaluadas según sus ventajas y desventajas, utilizando matrices de decisión y tablas comparativas.

A continuación, se definieron los sistemas que conforman el producto, tales como los sistemas de generación, acondicionamiento, distribución de carga e iluminación. Al completar este proceso, se detallaron con mayor precisión la función y configuración de cada uno de estos sistemas.

Una vez definido el concepto, los sistemas y las configuraciones más adecuadas, se procedió con el diseño del generador. Se realizaron los cálculos necesarios para las bobinas, se determinó el diámetro de los círculos en función de la velocidad tangencial requerida, basándose en los datos obtenidos durante las pruebas con las bicicletas. Además, se seleccionaron los materiales para cada sistema, realizando un análisis de decisión, se propuso el proceso de manufactura inicial para el prototipo, se cotizaron los materiales elegidos y se calcularon los costos del primer prototipo funcional.

Tabla 14

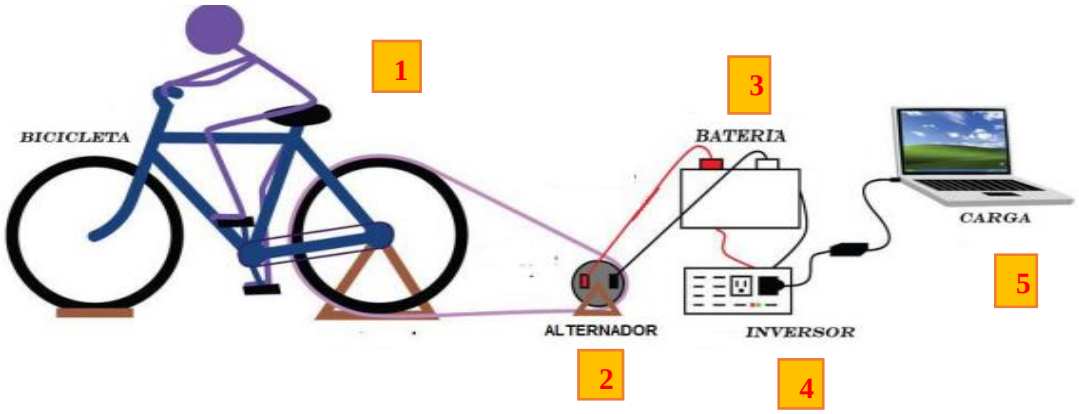
Especificaciones

Especificaciones que debe cumplir	
Carga mínima de 5V a 300mA	Generador que se adapte a la mayoría de las medidas comerciales de las bicicletas
Carga máxima de 5V a 1000mA	Lámparas con baterías recargables
1 entradas USB	Tiempo de carga de la batería según el aparato
Potencia 1.5 a 10 watts	

3.2.1. Materiales

- Bicicleta estática
- Polea de transmisión.
- Alternador de vehículo 12V 50A 23100-H7700.
- Batería de un automóvil de 12 V, 15 placas.
- Inversor de corriente de 600 W.
- Fajas de transmisión.
- Plataforma móvil.
- Cables para corriente.
- Aparatos electrónicos a cargar.

Diagrama



1. MOVIMIENTO IMPULSOR → **Une el eje con la transmisión, son los elementos que imparten velocidad y transfieren energía.**

2. GENERACIÓN DE ENERGÍA → **A través de una faja unida, el alternador entra en funcionamiento. En este caso el alternador convierte la energía mecánica en energía eléctrica.**

3. ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA → **El alternador en funcionamiento envía corriente a la batería para recargarla y suministrar energía a otras demandas del sistema.**

4. INVERSOR DE CORRIENTE → **En este punto, la función es convertir el voltaje de entrada en corriente continua a un voltaje de salida en corriente alterna, transformando los 12V o 24V en 220V.**

5. CARGAS → **Último punto de alimentación de equipos electrónicos a través del tomacorriente en el inversor.**

Como se indicó previamente, cada persona pedalea a una velocidad promedio de 80 RPM y genera una potencia mecánica promedio de unos 240 W. Considerando que el voltaje de la batería es de 12 V, la salida de corriente distribuida es de alrededor 20 A.

$$Corriente\ de\ salida\ promedio\ [A] = 240\ [W] / 12\ [V]$$

$$Corriente\ de\ salida\ promedio = 20\ [A]$$

Para una corriente de salida de 20 [A], el alternador elegido girará aproximadamente a 1.750 [RPM]. Por ello, la correlación de emisión general entre la polea de la volante y la del alternador debe ser de relativamente 1 a 22.

$$rt = 1.750\ [RPM] / 80\ [RPM]$$

$$rt = 21{,}875$$

La celeridad mínima de pedaleo es de 50 RPM, lo que, con una correlación de transmisión de 1 a 22, hace que la polea del alternador gire a 1.100 RPM. Este valor es demasiado cercano a la velocidad mínima de funcionamiento del alternador (1.000 RPM), lo que no es ideal. Por lo tanto, es recomendable utilizar una relación de transmisión de aproximadamente 1 a 25. De esta forma, con una velocidad de pedaleo de 50 RPM, el alternador alcanzará una velocidad de 1.250 RPM.

$$50\ [RPM] \times 25 = 1.250\ [RPM]$$

Las poleas pueden ser producidas en acero o aluminio. La distinción de precio entre ambos materiales no es considerable, por lo que se ha elegido el acero debido a su mayor uso en procesos de corte y soldadura. En cuanto al regulador de esfuerzo, que frena el volante de inercia por fricción según el ajuste realizado por el usuario, no se eliminará, ya que no es necesario. El usuario podrá decidir si utiliza o no el regulador.

Generación de energía eléctrica por pedaleo

La energía eléctrica alterna (AC) se basa en una corriente cuya magnitud y dirección varían con el tiempo. Estos cambios se repiten de forma cíclica en un período específico, que también puede expresarse como ciclos por segundo, lo que define su frecuencia. La forma de onda más común de esta corriente es la sinusoidal. Su generación comenzó en 1831, cuando se realizaron experimentos con el magnetismo. El primer prototipo de generación de corriente alterna fue el "disco de Faraday", un disco de cobre

ubicado entre los polos de un imán en forma de herradura, que giraba al ser impulsado por una manivela. (Castillo, 2021)

El Primer prototipo de un generador eléctrico. Fuente: (Endesa, 2020).

La generación de energía eléctrica en corriente alterna (AC) se fundamenta en las leyes del electromagnetismo formuladas por el físico Michael Faraday, las cuales afirman que: si un flujo magnético atraviesa una espira de alambre conductor, se inducirá en ella un voltaje que es directamente proporcional a la velocidad de cambio de ese flujo respecto al tiempo.

De acuerdo con estas leyes, se puede deducir que para generar energía eléctrica en corriente alterna se necesita un campo magnético, un conductor y una fuente de energía cinética que permita que el conductor atraviese un número determinado de líneas del campo magnético. Esto significa que la energía puede aplicarse a uno de los componentes mencionados, mientras que el otro permanece estático. En la figura 2.2 se puede ver cómo el alambre conductor se mantiene fijo, mientras que el campo magnético se mueve para inducir voltaje en los terminales del conductor. (Castaño, 2018)

Generador síncrono

Los aparatos eléctricos empleados para la producción de energía eléctrica se conocen como generadores, y en el caso de la energía en corriente alterna (AC), se pueden organizar en generadores síncronos y de inducción.

Un generador síncrono es aquello en el que la frecuencia de la electricidad generada está en uniformidad con la velocidad mecánica de rotación del generador. Es decir, la frecuencia está determinada por la velocidad de rotación. En cambio, en un generador de inducción, la velocidad de rotación es ligeramente menor que la del campo magnético generado. recientemente, los generadores síncronos son la fundamental fuente de energía eléctrica en los sistemas de generación de energía de potencia. (Lopez & Walker, 2017)

Un generador síncrono consta de dos devanados: el devanado de campo y el devanado de inducido. El devanado de campo se encuentra en la parte móvil de la máquina, conocida como rotor, y es el encargado de generar el campo magnético. Por otro lado, el devanado de inducido se encuentra en la parte fija de la máquina, llamada estator, y es donde se induce el voltaje.

Figura 32

Partes de un Generador Síncrono

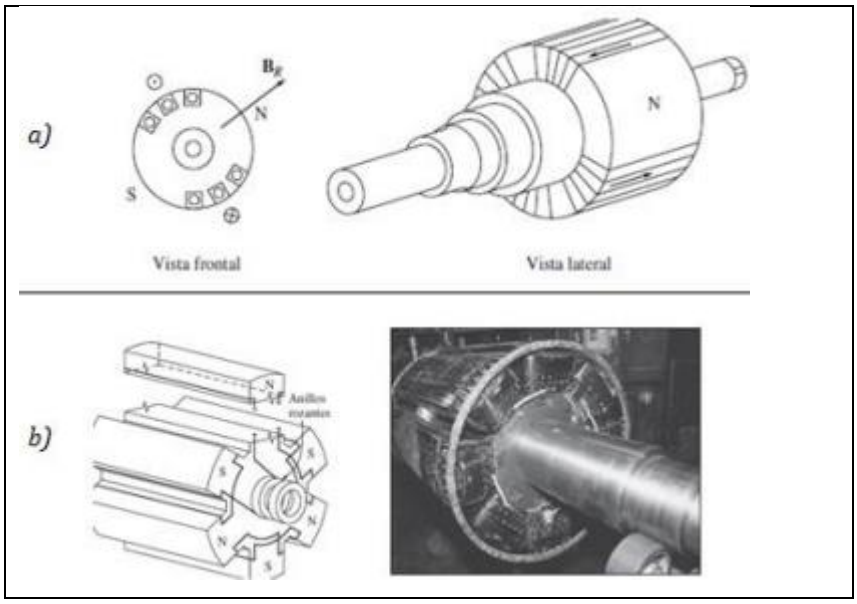
a) Rotor: correspondiente a la porción movible del generador; b) Estator: correspondiente a la porción firme del generador. Fuente: (Endesa, 2020).

Rotor

El rotor está fabricado con aleaciones de acero al silicio, y su función principal es generar el campo magnético para el generador, al hacer pasar una corriente continua por su devanado. Por esta razón, el rotor actúa como un electroimán. Dependiendo de su construcción, el rotor puede tener polos salientes o no salientes, como se ilustra en la figura 2.6. Un rotor con polos no salientes tiene una forma cilíndrica, con ranuras a lo largo de su contorno en las cuales se enrolla el devanado, y generalmente se construye con entre 2 y 4 polos. En cambio, un rotor de polos salientes tiene los polos proyectados hacia fuera, con los devanados enrollados alrededor de estos. Este tipo de rotor se construye con 4 polos o más, ya que, por cada par de polos, existen polos positivos y negativos. A mayor número de polos, se asegura que el campo magnético se mantenga constante. (Chapman, 2015)

Figura 33

Rotores en una Máquina Sincrónica



a) Vistas de un rotor de dos polos no salientes, b) Modelado de un rotor con 6 polos salientes y el implementado de un rotor de 8 polos salientes (Chapman, 2015)

La cantidad de polos en el rotor se resuelve en función de la frecuencia deseada en el voltaje generado y la velocidad de rotación del rotor. En plantas nucleares, de gas y térmicas, se utilizan rotores de 2 a 4 polos no salientes, los cuales requieren velocidades de entre 1500 rpm y 3000 rpm para generar frecuencias de entre 50 Hz y 60 Hz. En cambio, en plantas hidroeléctricas, los rotores con polos salientes operan a velocidades de entre 100 rpm y 1500 rpm, y necesitan un mayor número de polos para alcanzar las mismas frecuencias. La relación entre la frecuencia de giro del rotor y estos parámetros está descrita por la Ecuación 4.

$$f = \frac{p \times n}{120} \qquad (\mathbf{4})$$

Donde:

$n = velocidad\ del\ rotor$

$p = número\ de\ polos$

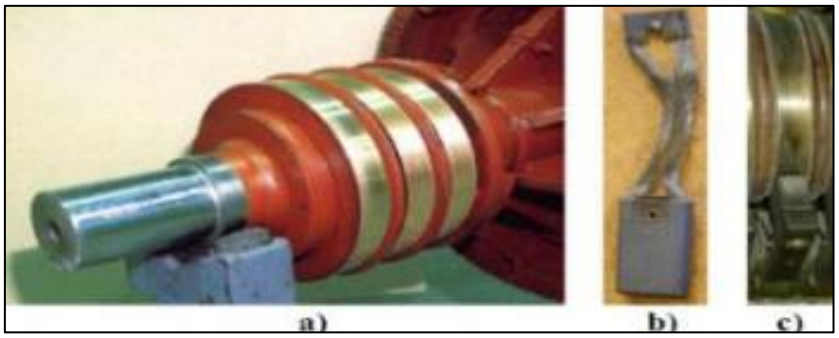
$f = frecuencia$

Para suministrar corriente continua al devanado de campo del generador, teniendo en cuenta que este está en movimiento, existen dos métodos de excitación: uno consiste en utilizar una fuente externa de corriente continua conectada a través de anillos rozantes y escobillas, y el otro se realiza mediante un excitador piloto. (Lopez & Walker, 2017)

Los anillos friccionantes son anillos metálicos que rodean plenamente el eje del generador y están apartados de él. A cada anillo se conecta al borde del devanado de campo, y mediante una escobilla, un conductor de carbón de baja fricción, se transmite la corriente continua desde una fuente externa. Este sistema presenta problemas de desgaste tanto en las escobillas como en los anillos rozantes, lo que requiere un cuidado regular, particularmente en las escobillas.

Figura 34

Componentes para Suministrar Corriente al Rotor

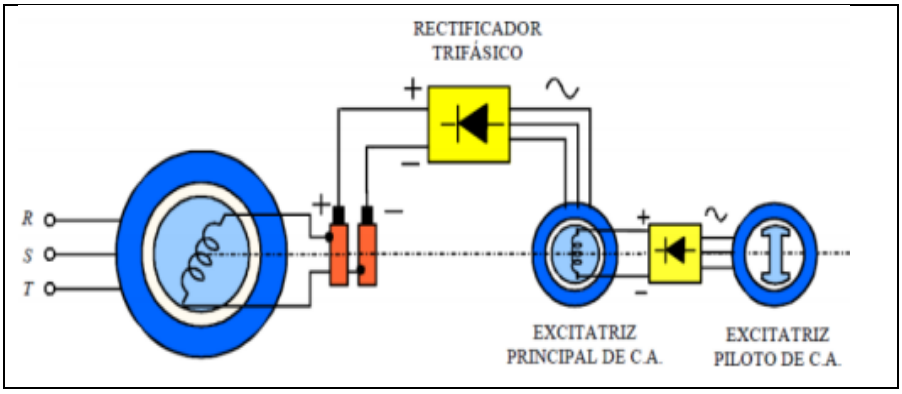


a) Anillos que bordean al eje del rotor, b) Escobilla de carbón, c) desarrollo de escobilla y anillos rozantes. Fuente: (Pozueta, 2016)

El agitador piloto es un proveedor de corriente continua integrada en el eje del generador síncrono, eliminando la exigencia de una fuente externa de DC. Este sistema inserta un diminuto generador de corriente alterna con imanes estables subidos en el eje del rotor y un devanado trifásico en el estator. En el momento que el rotor está en desplazamiento, se incitan corrientes en los devanados del inducido, las cuales a su vez mantienen los devanados de campo del rotor, generando así el campo magnético necesario. Varios generadores con excitador piloto incorporan anillos bordantes y escobillas, como se veen la figura 2.8, para poder operar de forma emergente con una fuente externa de DC. (Chapman, 2015)

Figura 35

Excitación Piloto



Sistema de excitación electrónica. Fuente: (Gómez, Diaz, & Pereda, 2016)

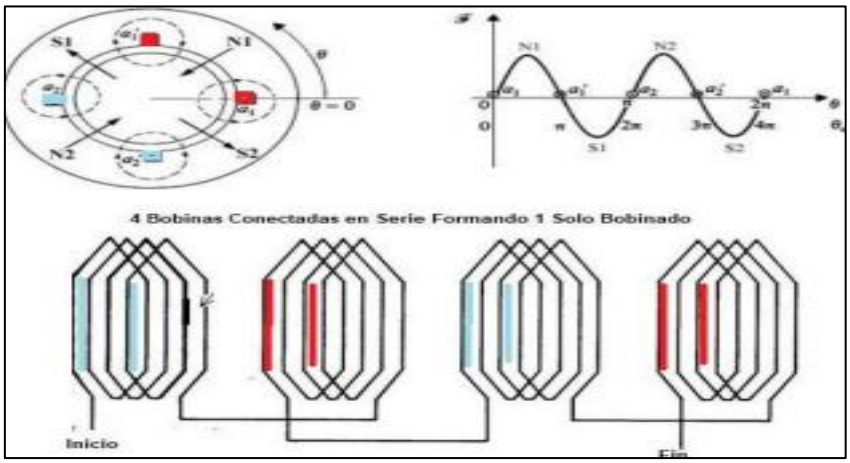
ESTATOR

El estator es la parte fija del aparato, que alberga devanados a los cuales se les induce un voltaje cuando se genera un campo magnético variable originado por el rotor. Su diseño tiene forma de corona circular y está compuesto por láminas de acero al silicio recubiertas de barniz. En su estructura se ubican ranuras en las que se sitúan los devanados del inducido, los cuales están repartidos de modo que cada uno de estos devanados se asocia, como mínimo, a un polo magnético del rotor.

En un estator monofásico, solo hay un devanado, lo que permite que el campo magnético se distribuya alternativamente sobre el inducido. Al generarse un campo magnético rotatorio alrededor del estator, se induce un voltaje en los devanados, el cual varía en magnitud. El valor máximo se alcanza cuando el polo del rotor se alinea con el devanado del inducido, pudiendo ser positivo o negativo. A medida que se aleja del polo, la magnitud disminuye. Esta fluctuación entre polos positivos y negativos da lugar a una onda sinusoidal, como se ilustra en la figura. (Martin, 2015).

Figura 36

Bobinado de Inducido para un Generador Monofásico

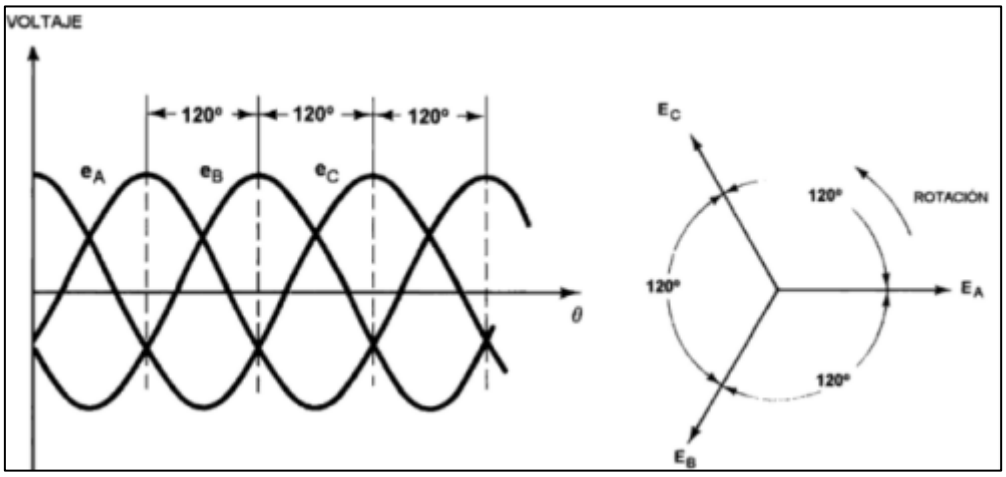


4 bobinas conectadas en serie y forman un solo bobinado. Fuente: (Martin, 2015)

Un generador trifásico dispone de tres pares de polos, tanto positivos como negativos, los cuales están distribuidos espacialmente a 120 grados entre sí, y a 180 grados con sus polos opuestos. Las bobinas del inducido se disponen de manera alternada, según el número de polos del rotor y las fases a inducir. Un generador trifásico se compone de tres generadores monofásicos, que, aunque tienen voltajes de igual magnitud, se diferencian en su ángulo de fase, con un desfase de 120 grados fasoriales entre cada uno. Esto da lugar a tres bobinados independientes en el estator. Este tipo de sistemas ofrece beneficios como una mayor potencia por kilogramo de metal en la máquina, trifásica y que la potencia entregada por los generadores trifásicos es constante, a diferencia de los sistemas monofásicos que oscilan, como se observa en la figura (Wildi, 2007).

Figura 37

Aspectos de Onda de un Generador Trifásico



El voltaje inducido tiene una forma sinusoidal porque se genera en un campo magnético variable, y la forma de la onda está desfasada debido a la distribución de los devanados.

Energía eléctrica

Un motor primario convierte energía eléctrica en energía cinética, utilizando la electricidad proveniente de una fuente de corriente alterna (AC) o continua (DC). Este motor incita movimiento en los bobinados del rotor siempre que se encuentre en un campo magnético constante. Su primordial requisito es un suministro eléctrico anticipado, y su preservación debe ser periódico por el desgaste de los elementos encargados de suministrar energía. En términos ambientales, los motores eléctricos primarios no son contaminantes, ya que no requieren combustibles fósiles. Además, permiten un control fácil de la velocidad mediante la variación de la tensión de entrada y el sentido de rotación, siendo, en general, una opción económica. (Lopez & Walker, 2017).

Aprovechamiento de la energía AC

Las cargas que requieren energía de corriente alterna (AC) necesitan valores específicos de voltaje y frecuencia. Si la energía generada cumple con estos valores, basta con conectar directamente la fuente a la carga para aprovechar la energía. Sin embargo, si la generación no coincide con los requisitos de la carga, es necesario usar dispositivos para ajustar la energía a niveles compatibles.

Transformadores

Los transformadores son dispositivos estáticos de corriente alterna que cuentan con dos devanados: uno denominado primario, que es el inductor, y otro denominado secundario, que es el inducido. Ambos devanados están enrollados sobre un núcleo ferromagnético, compuesto por chapas apiladas por donde circula el campo magnético. Cuando se aplica una diferencia de voltaje en los terminales del devanado primario, se genera un flujo magnético que, según la ley de Faraday, induce una fuerza electromotriz (f.e.m) en el devanado secundario. Esta f.e.m. crea una diferencia de potencial en el devanado secundario, la cual depende de la relación entre el número de vueltas en los devanados primario y secundario. La Ecuación 5 que describe esta relación de transformación es:

$$m = \frac{V_1}{V_2} = \frac{I_2}{I_1} \tag{5}$$

Donde:

$m = relación\ de\ transformación$

$V_1 = diferencial\ de\ potencial\ en\ el\ devanado\ primaro$

$V_2 = diferencial\ de\ potencial\ en\ el\ devanado\ secundario$

$I_1 = corriente\ en\ el\ devanado\ primario$

$I_2 = corriente\ en\ el\ devanado\ secundario$

Bicicletas estáticas para cargar dispositivos electrónicos en un gimnasio

Bicicletas estacionarias

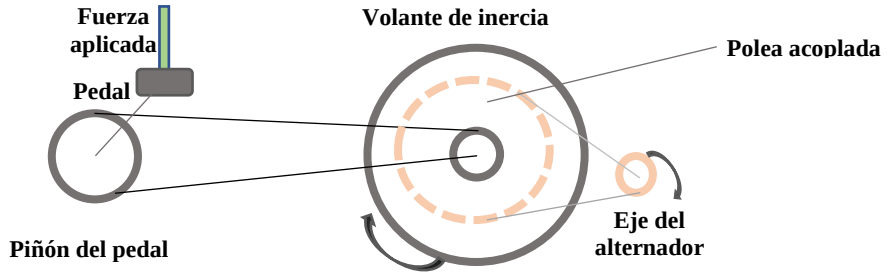
Es un equipamiento de gimnasio que aparenta el deporte en bicicleta, utilizado para tonificar las piernas, quemar calorías, perder peso, mejorar la salud cardiovascular y mantenerse en forma. Además, actúa como un sistema capaz de generar electricidad a partir de una fuente renovable, en este caso, la energía cinética producida por las personas que realizan ejercicio aeróbico en una bicicleta estática en el gimnasio. Actualmente, esta energía no se aprovecha y se pierde en forma de calor.

Las bicicletas estáticas son de las componentes más populares en los gimnasios, y ahora se están considerando como una opción para instrumentos de producción de energía renovable, con el objetivo de reducir los costos relacionados con el reciclaje de residuos

en su funcionamiento. Al diferenciar tecnologías de bajo consumo energético, de menos de 2 kWh/día, los sistemas de generación a base de fuerza humana resultan ser más económicos que los mecanismos que utilizan combustibles fósiles.

Figura 38

Diseño Transmisión Poleas Múltiples



Fuente: Elaboración propia

Cálculo de velocidad en el eje 2: Aplicando la **Ecuación 1**

$$n1 * d1 = n2 * d2$$

$$70rpm * 21cm = n2 * 6cm$$

$$\frac{70rpm * 21cm}{6cm} = n2$$

$$n2 = \frac{1470}{6} rpm$$

$n2 = 245\ rpm$ (revoluciones por minuto)

Cálculo de velocidad en el eje 3: Tomando en cuenta la **Ecuación 2**

Tenemos en conteo que la velocidad en $n2$ es congruente en $n3$, entonces:

$$n3 = 245rpm$$

Cálculo en el eje 4: Aplicando la **Ecuación 3**

$$n3 * d3 = n4 * d4$$

$$245\,rpm * 30cm = n4 * 3cm$$

$$\frac{245\,rpm * 30cm}{3cm} = n4$$

$$n4 = \frac{7350}{3} rpm$$

$$n4 = 2450\,rpm$$

Factor de transmisión en el sistema

$$iTotal = \frac{n3}{n1} = \frac{d1}{d2} * \frac{d3}{d4} = \frac{n2}{n1} * \frac{n3}{n2}$$

$$iTotal = \frac{245}{70} = \frac{21}{6} * \frac{30}{3} = \frac{245}{70} * \frac{245}{245}$$

$$iTotal = 3{,}5 = \frac{d1}{d2} * \frac{d3}{d4} = \frac{n2}{n1} * \frac{n3}{n2}$$

Con el fin que un alternador comience a generar energía, es necesario alcanzar al menos 800 RPM. En el sistema propuesto, para una persona promedio, ya sea joven, adulto, hombre o mujer, con un pedaleo normal, se generan 2450 RPM, un valor más que suficiente para producir la energía necesaria y cargar una batería.

Potencia que genera el alternador

Conforme la hoja técnica de un alternador para un Chevrolet SPARK obtenemos que:

$I_Alternador$ = 65 Amp

$V_Alternador$ = 12 $Voltios$

Conocemos la potencia de un sistema, definida por la **Ecuación 6**:

$$Potencia = Voltios * Intensidad \qquad (\mathbf{6})$$

También:

$$P = V * 1 \qquad (\mathbf{7})$$

Decimos que:

$P = 12v * 65A$

$P = 780\ Watts$

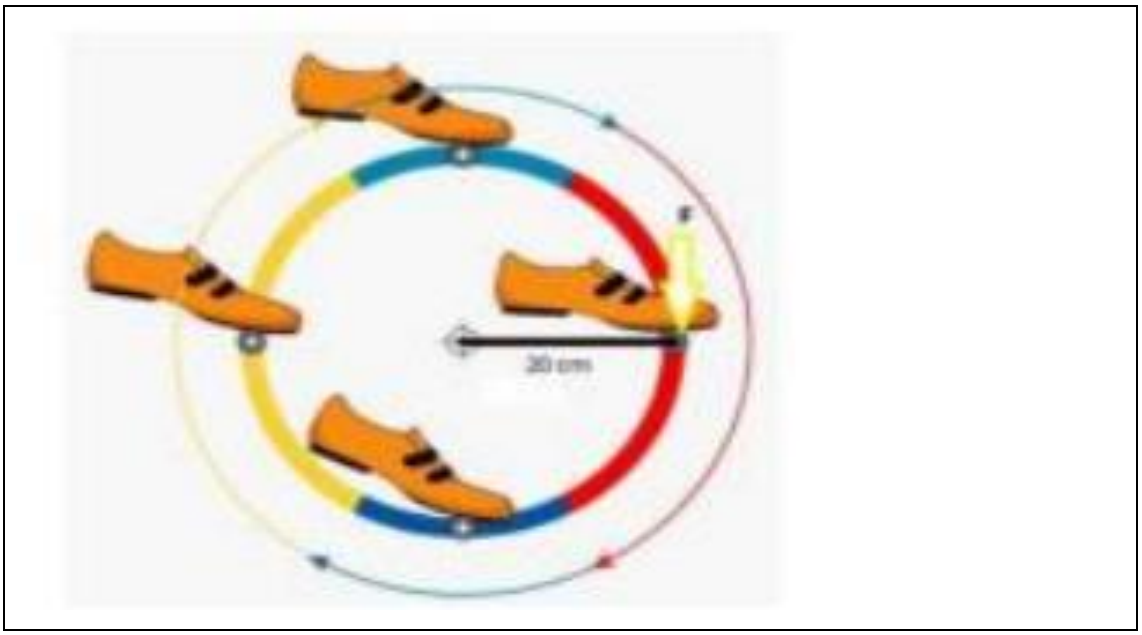
En cuanto al valor calculado, el alternador puede generar esta potencia cuando opera a un número óptimo de revoluciones, que en este caso son 2500 RPM. Bajo estas condiciones, la batería se carga dentro de un rango de 12.5 voltios a 13.5 voltios.

Potencia promedio producida por una persona

La potencia que una persona puede generar varía entre 270 y 400 vatios, dependiendo de la dinámica del pedaleo. Esto se puede observar en la siguiente figura:

Figura 39

Nivel de Pedaleo de una Persona



Sabemos que el par generado por la fuerza aplicada al pedaleo se calcula con la **Ecuación 8**:

$$\boldsymbol{T = F \times d} \qquad (\mathbf{8})$$

En nuestro prototipo la distancia es de:

d = 16 cm

Además, se tiene que la fuerza promedio que los adultos pueden ejercer, independientemente del sexo, es de:

F= 294,3N [7]

Por lo tanto, aplicando la **Ecuación 8**, el par se calcula como:

T=294,3 N x 0,16 m

T=47,088 Nm

Para calcular la potencia generada por una persona, utilizamos la **Ecuación 9:**

$$Pm = T \times \omega \quad (\mathbf{9})$$

Donde ω es dada en rad/seg y contando que se logra una rps de 6,2832 rad/seg.

Pm = 47,088 Nm x 6,2832 rad/seg

Pm = 295,8633 Watts

Así, para este prototipo, la potencia generada por una persona adulta es aproximadamente **296 Watts.**

Tiempo estimado para cargar batería

Para calcular teóricamente el tiempo que tomará cargar la batería, considerando que no hay pérdidas en el proceso y que no hay dispositivos electrónicos conectados, usamos la **Ecuación 10**:

$$\mathrm{Tc(horas)} = \frac{\mathrm{Ah\ (capacidad\ de\ la\ batería)}}{\mathrm{A\ (capacidad\ del\ cargador)}} \quad (\mathbf{10})$$

Si el alternador trabaja a su máxima potencia, la capacidad de entrega de I=65A.

En el sistema propuesto, la capacidad de la batería es de 18Ah.

Por lo tanto, el tiempo de carga aplicando la **Ecuación 10** sería:

$$\mathrm{Tc(horas)} = \frac{18\mathrm{Ah}}{65\mathrm{A}}$$

$$\mathrm{Tc(horas)} = 0{,}2769\ \mathrm{horas}$$

Esto implica que la batería se cargaría completamente en aproximadamente **17 minutos** si el alternador funciona a sus revoluciones óptimas de 2500 RPM.

Sin embargo, si el alternador gira a una velocidad menor, el rendimiento y la intensidad de la corriente disminuirán. Por ejemplo, si el alternador funciona a solo 800 RPM, la

corriente generada sería de aproximadamente 20 A, lo que aumentaría el tiempo de carga. En este caso, aplicando la Ecuación 10 el tiempo sería:

$$\text{Tc(horas)} = \frac{18\text{Ah}}{20\text{A}}$$

$$\text{Tc(horas)} = 0{,}9 \text{ horas}$$

La batería

Tardaría un aproximado de 54 minutos en completar la carga con el alternador a 800 RPM. En general podemos decir que, para nuestro sistema, la batería se demoraría en cargar entre los 47 minutos y 1 hora.

3.3. OBJETIVO ESPECÍFICO 03: SIMULACIÓN Y FUNCIONAMIENTO DEL GENERADOR DE ENERGÍA ELÉCTRICA (ARCHIVO SOLIWORK)

Diseñar un generador de energía eléctrica con una bicicleta estática y un alternador en SolidWorks implica varios pasos, desde el modelado de los componentes hasta el ensamblaje y la simulación del sistema.

3.3.1. Diseño de los Componentes:

- **Bicicleta Estática:**
    - Modelamos el cuadro de la bicicleta, el manillar, el sillín y los pedales.
    - Prestamos especial atención al diseño del sistema de transmisión (poleas, piñones, fajas), ya que será crucial para la transferencia de energía al alternador.
    - Diseñamos piezas adicionales para la fijación del alternador. (superficie móvil).
- **Alternador:**
    - Modelamos el alternador, incluyendo la carcasa, el rotor y el estator.
    - Simplificamos el modelo del alternador, ya que no se requiere un nivel de detalle extremo.
    - Definimos los puntos de montaje del alternador hacia la bicicleta estática a través de la faja de transmisión

- **Sistema de Transmisión:**
    - Diseñamos los componentes que conectan la bicicleta estática al alternador (poleas, fajas, engranajes).
    - Calculamos las relaciones de transmisión para optimizar la velocidad de rotación del alternador.
    - Modelamos los soportes y fijaciones para asegurar la correcta alineación de los componentes.
- **Sistema de Almacenamiento a la batería.**
    - Moldeamos una batería y un conversor de carga.
    - Diseñamos un panel de control (en este caso estamos trabajando con una pinza amperimétrica) para visualizar la energía generada y controlar el sistema.

3.3.2. Ensamblaje:

- Ensamblamos todos los componentes en un modelo completo.
- Utilizamos restricciones de ensamblaje para simular el movimiento de los pedales y la rotación del alternador.
- Nos aseguramos de que los componentes estén correctamente alineados y conectados.

3.3.3. Simulación:

- **SolidWorks Motion:**
    - Simulamos el movimiento de los pedales y analizamos la velocidad de rotación del alternador.
    - Calculamos las fuerzas y tensiones en los componentes del sistema de transmisión.

3.4. OBJETIVO ESPECÍFICO 04: ANÁLISIS DE EVALUACIÓN ECONÓMICA

3.4.1. Indicadores de Rentabilidad

A través de los siguientes indicadores VAN y TIR, determinamos la viabilidad y rentabilidad del proyecto de investigación.

Valor Actual Neto (VAN)

El VAN representa el valor de los beneficios netos que genera un proyecto a lo largo de su vida útil, es decir, para determinar la rentabilidad y viabilidad del proyecto, midiendo los flujos de los futuros ingresos y egresos y descontar la inversión inicial para obtener las ganancias requeridas.

$$VAN = \sum_{t=0}^{N} \frac{FC}{(1+r)^t} \qquad (\mathbf{11})$$

Donde:

FC: $Flujos\ de\ Caja\ del\ proyecto.$

r: $Tasa\ de\ descuento.$

t: $Horizonte\ de\ evaluación.$

Los criterios para evaluar el VAN son los siguientes: si es mayor a 0, el proyecto genera ganancias superiores a las requeridas; sin embargo, si es menor a 0, el proyecto no alcanza las expectativas o incluso genera pérdidas, lo que indica que no es conveniente invertir. (Cachi Cerna & Escalante Murga, 2017).

Tasa Interna de Retorno (TIR)

La TIR es un guía que mide la rentabilidad de inversiones o proyectos, de modo que, a mayor TIR, mayor será la rentabilidad. Calcular la TIR de distintos proyectos ayuda a tomar decisiones informadas sobre qué inversión efectuar. (Esan, 2017).

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=0}^{N} \frac{FC}{(1+TIR)^t} = 0 \qquad (\mathbf{12})$$

Donde:

FC: $Flujos\ de\ Caja\ del\ proyecto.$

I_0: $Inverión\ inicial.$

N: $Número\ total\ de\ periodos.$

t: *Horizonte de evaluación.*

- TIR > 0. El proyecto es aceptable, ya que su rentabilidad es mayor que la rentabilidad mínima requerida o coste de oportunidad.
- TIR < 0. El proyecto se rechaza. La razón es que el proyecto da una rentabilidad menor que la rentabilidad mínima requerida.
- TIR = 0. En este caso sería indiferente realizar el proyecto, ya que ni ganamos ni perdemos.

3.4.2. Análisis económico

Tomando en cuenta el costo de cada uno de los elementos empleados en el sistema de generación eléctrica, precisamos los siguientes ítems:

Tabla 15

Datos de los Gastos Generales para Construir un Generador de Energía Eléctrica.

Cantidad	Ítem	Valor
	Materiales	
1	Bicicleta estática	S/. 500
1	Inversor DC-AC	S/. 115
1	Perno eje	S/. 20
1	Alternador 12 V	S/. 220
1	Batería 12 V	S/. 200
1	Faja de distribución	S/. 20
1	Polea pequeña	S/. 45
1	Polea grande	S/. 70
1	Base para alternador, batería e inversor	S/. 90
	Montaje	
1	Torno + cortes + soldadura	S/. 90
1	Adaptación Perno eje	S/. 30
	Transporte	
1	Servicio de Mototaxi	S/. 24
	Total de Gastos Generales	**S/. 1424**

Inicialmente antes de ejecutar el proyecto, al no tener ganancias se toma en cuenta el 10% de los gastos generales como utilidad para poder encontrar el presupuesto total de inversión:

- Gastos Generales: S/.1424
- Utilidad 10%: S/.142.4

Presupuesto Total = Gastos Generales + Utilidad

Presupuesto Total = 1424 + 142.4

Presupuesto Total = S/. 1566.4

3.4.3. Costo y Ahorro de energía

Para identificar la rentabilidad del generador, se ha reunido los valores de la durabilidad de la batería al emplear diversos dispositivos electrónicos domésticos.

Tabla 16

Datos Recolectados de las Pruebas de Consumo de Dispositivos Electrónicos

Dispositivos	Tiempo inicial	Voltaje inicial (V)	Tiempo final	Voltaje final (V)	Diferencia de tiempo (h)	Diferencia de voltaje (V)
Reloj inteligente	09:00 am	12.67	10:00 am	12.55	01:00	2.3
Audífonos Bluetooth	09:00 am	12.67	10:00 am	12.55	01:00	1.5
Ventilador	11:10 am	12.30	12:10 am	12.10	01:00	4.25
Celular (Xiaomi)	02:58 pm	12.75	04:28 pm	12.10	01:00	1.3
Laptop (Lenovo)	04:30 pm	12.20	05:30 pm	11.92	01:00	5.5
TV y DVD	05:20 pm	12.95	06:20 pm	11.00	01:00	1.95
Lavadora (LG)	06:00 pm	12.45	07:00 pm	11.90	01:00	33

Tabla 17

Datos de Consumo de Dispositivos Electrónicos al mes

Dispositivos	Tiempo de horas de prueba	Consumo de voltaje	Potencia encontrada	Tiempo de uso al día	Tiempo de uso al mes	Consumo eléctrico al mes
TV y DVD	01:00	1. 95 V	0,0195 kWh.	08 horas al día	240 horas al mes	33,44 kWh.
Ventilador	01:00	4.25 V	0,0425 kWh.	04 horas al día	120 horas al mes	5,1 kWh.
Lavadora (LG)	01:00	33 V	0,33 kWh.	01 hora al día	30 horas al mes	9,9 kWh.
Laptop (Lenovo)	01:00	5.5 V	0,055 kWh.	06 horas al día	180 horas al mes	9,9 kWh.
Celular (Xiaomi)	01:00	1.3 V	0,013 kWh.	03 horas al día	90 horas al mes	1,2 kWh.
Audífonos Bluetooth	01:00	1.5 V	0,015 kWh.	02 horas al día	60 horas al mes	0,9 kWh.
Reloj Inteligente	01:00	2.3 V	0,023 kWh.	01 hora al día	30 horas al mes	0,7 kWh.
Total						**51,24 kWh.**

3.4.3.1. Horas necesarias para cubrir el consumo de energía:

Datos a partir de los resultados obtenidos:

- Batería 12V, 1000W.
- La batería se demora en cargar entre los 47 minutos y 1 hora.

A partir de la tabla 17, tomando como dato el consumo total del uso de los 7 dispositivos electrónicos durante un mes, tenemos:

- Consumo eléctrico al mes (30 días) 51,24 kWh.

- Consumo eléctrico por día 1,708 kWh = 1708W.

Aplicando una regla de tres simple, tenemos:

$$60\ min \rightarrow 1000W$$

$$X\ min \rightarrow 1708W$$

$$X = \frac{60min(1708)W}{1000W} = 102{,}48\ min$$

$$\boldsymbol{X = 102{,}48\ min \approx 1h\ 42\ min\ 48\ seg}$$

Por tanto, considerando una batería descargada sería necesario un pedaleo constante de **1 hora con 42 minutos** aproximadamente para abastecer 1708W por día.

Costo de Energía

Tomando en cuenta el consumo energético de los dispositivos utilizados, se realiza el análisis de rendimiento, considerando el precio del kilovatio hora, el cual acorde a la información de la Empresa ELOR (Electro Oriente S.A.)

- Primeros 30kwh S/. 10.0020
- De 31 a 140 S/. kWh 0.8335

Tabla 18

Precio del Consumo Total de Dispositivos Electrónicos

Costo Primeros 30kwh	S/. 10.0020
Costo de 31 a 140kwh	S/. kWh 0.8335
Consumo Total al mes	51,24 kWh.
Precio de consumo mensual	**S/. 27.71**
Precio de consumo anual	**S/. 332.52**

A partir de la **Tabla 18**, podemos tomar como referencia el consumo mensual y anual que generan el uso de los 7 dispositivos electrónicos.

3.4.4. Flujo de caja proyectado

Tabla 19

Flujo de Caja Proyectado

Flujo de caja proyectado			
Año	**Inversión**	**Ahorro Dispositivos Electrónicos**	**Valor Actualizado**
0	1566.4	-1566.4	-1566.4
1	20	332.52	-1253.88
2	20	332.52	-941.36
3	20	332.52	-628.84
4	140	332.52	-436.32
5	20	332.52	-123.8
6	20	332.52	188.72
7	20	332.52	501.24

A partir de la **Tabla 19**, se tomó en cuenta anualmente el mantenimiento de engrase y ajuste de faja por un costo de s/.20 y en el cuarto año un mantenimiento general tanto del inversor, alternador y batería con un monto de S/.140. Para la tasa de descuento, (Seminario de Marzi, 2017) sugiere un valor medio igual a 9.07%.

Aplicamos la **Ecuación 11** y **Ecuación 12,** a través de Excel:

Valor actual neto	**S/ 103.23**
Tasa de descuento	9%
Tasa interna de retorno	**11%**

Por tanto, siendo positivo el resultado de VAN > 0 y TIR > 0, se puede observar que el proyecto es viable y rentable con una proyección de 7 años, con una ganancia estimada de S/501 y con una inversión anual aproximada de S/37.

IV. DISCUSIÓN

El generador implementado nos permitió la carga y funcionamiento de 7 dispositivos electrónicos, en base a ello D'Agostino (2014) indica que es técnicamente posible utilizar la energía cinética generada a partir del pedaleo, para convertirla en electricidad utilizando componentes al alcance del usuario, mientras que López (2015) y Agudelo y García (2016) determinaron en sus investigaciones que se puede implementar a mayor escala, logrando así la iluminación parcial o total de un ambiente a través del uso de más bicicletas estáticas.

Entre los parámetros establecidos para el generador, a un pedaleo constante en un usuario promedio en un tiempo superior a 15 minutos, se obtuvo 1 voltio generado a partir de las 120 RPM almacenado en una batería de 12V y 18Ah., esto coincide con Bello y Suárez (2020) que mostraron que el ciclismo genera en poco tiempo (10 minutos) ventajas energéticas de carga en una batería 12V; en cambio, Palomino (2016) a través de su prototipo generador que incluía una bicicleta elíptica, la cual al llegar a 160 RPM obtuvo 22.68% de voltaje (0.2268 voltios), un voltaje menor al de nuestra bicicleta estática. Este resultado nos confirma que los parámetros utilizados para construir nuestro generador a partir de una bicicleta estática de tipo Spinning son eficientes.

Se modificó en la bicicleta estática la polea de transmisión, acoplando una polea de menor tamaño a lado de la volante de inercia, similar a las 3 poleas que utilizó Tapia (2018) con el fin de ejercer menor pedaleo y mayor producción de energía por el aumento en la relación de transmisión. Esta modificación busca optimizar la relación entre el esfuerzo físico aplicado por el usuario (pedaleo) y la energía generada.

Se utilizó un alternador de vehículo 12V 50A, el cual al ser más eficiente y poseer mayor duración nos permitió lograr la carga de 7 dispositivos electrónicos, que coincide con las investigaciones de Tapia (2018) y López (2015) que también utilizaron un alternador, en cambio Sanni (2019), empleó un dinamo que posee un tamaño y peso menor al alternador, para impulsar cargas de cc pero sólo de baja potencia, asimismo Campos et al. (2019), utilizó un dinamo generador para cargar un teléfono celular

mientras se está pedaleando. Estas cargas son menores que las requeridas por los 7 dispositivos electrónicos que hemos utilizado con nuestro generador para que funcionen correctamente.

Se obtuvo un presupuesto total de inversión de S/. 1566 para la construcción del generador, con resultados positivos de VAN y TIR, siendo así un proyecto viable y rentable; en ese sentido López (2015), sugiere la implementación de un sistema que aproveche la energía humana mediante una bicicleta estática y un alternador como opción viable para lograr la autosuficiencia energética y el ahorro en tarifas eléctricas en cualquier gimnasio, ello se demuestra a través de los resultados positivos obtenidos de $VAN = COP\$\ 4.943.895{,}0084$ y TIR = 10%.

V. CONCLUSIONES

Se implementó este generador aprovechando la energía cinética a través del pedaleo en una bicicleta estática tipo Spinning para convertirla en energía eléctrica mediante un alternador de 12V, que generó la corriente necesaria para cargar y almacenar en un batería de 12V, con la capacidad de cargar 7 dispositivos electrónicos de manera sustentable y económica.

Se estableció parámetros tanto mecánicos como eléctricos para el diseño y construcción del sistema del generador, a través de tablas se analizó los datos de pedaleo de los usuarios y la evaluación de la potencia de cargas de dispositivos electrónicos. En una persona promedio manteniendo un pedaleo casi constante a partir de 15 minutos, superando las 120 RPM, se generó aproximadamente 1 voltio. La carga efectiva obtenida para la capacidad de almacenamiento de la batería, depende de las RPM a las que se genera la carga, por ello el rango de tiempo de carga es variable.

Se ensambló las adaptaciones propuestas en la bicicleta estática, a través de 4 modificaciones que incluyó acoplar una polea de menor tamaño a lado de la volante de inercia, se desplazó el brazo derecho (mirada frontal) de la bicicleta, para obtener el espacio que necesita la polea acoplada, se mandó a fabricar un perno eje de acero de mayor longitud al original para que encaje en el volante de inercia adaptado, y se fabricó una plataforma móvil de 65.5 cm x 35cm para adaptar la base para el alternador y también colocar la batería y el inversor.

Se simuló a través del SolidWorks, desde el modelado de los componentes hasta el ensamblaje y la simulación del sistema tomando en cuenta el diseño de los componentes que conectan la bicicleta estática al alternador (poleas, fajas, engranajes); y el ensamblaje para simular el movimiento de los pedales y la rotación del alternador. optimizando el correcto desempeño del alternador y de todo el sistema del generador.

Se analizó la evaluación económica con los indicadores VAN y TIR, obteniendo resultados positivos, con una proyección a 7 años que estima una ganancia de S/501 y una inversión anual aproximada de S/37.

El generador no solo permite un ahorro en el consumo energético, sino que también constituye una alternativa sostenible con beneficios económicos y un impacto favorable en la salud de los usuarios.

5.1. Recomendaciones

Se sugiere establecer una rutina de ejercicios en el gimnasio que incluya el uso obligatorio de las bicicletas estáticas al inicio de cada sesión de trabajo, lo que permitiría reducir el tiempo de carga de los teléfonos y disminuir la dependencia de la energía de la red eléctrica.

Además, se recomienda aprovechar la implementación del sistema que utiliza la propulsión humana mediante una bicicleta estática y un alternador, ya que es una opción viable para autoabastecer de energía las necesidades básicas de gimnasios o áreas no interconectadas, contribuyendo a mejorar la calidad de vida de las personas, promoviendo su salud y ofreciendo una proyección de ahorro económico.

Para incrementar la capacidad de generación de energía, se aconseja conectar un par de baterías de 12V y un inversor adicional, junto con un mayor uso de las bicicletas estáticas. Esto permitiría alimentar completamente el gimnasio y reducir la dependencia de la energía proveniente de la red eléctrica.

El sistema actual cuenta con una pantalla digital con sensores magnéticos, que son precisos para medir la velocidad, el tiempo, la distancia recorrida y las calorías. Se recomienda, por lo tanto, el uso de otros sensores magnéticos, que son más precisos para medir la frecuencia cardiaca, y proporcionar datos continuos sobre el pulso para una buena práctica de ejercicio.

Para el cuidado de la batería del generador, cuando esta esté con una carga completa, el conversor tiene alarmas de sonido de falta de energía y de carga completa. Pero, por prevención se recomienda desconectar el terminal tipo ojo que está ubicado en el cable positivo entre el alternador y la batería.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, & Luis, J. (2014). El método de la investigación Research Method. *Daena: International journal of good conscience, 9*(3), 195-204.

Alvarez-Gayou, J. L. (2009). *Cómo hacer investigación cualitativa: Fundamentos y metodologia* . México DF: Paidos.

Bello, M., & Suárez, D. (2020). Modelo comparativo entre sistemas generación de energía mediante el pedaleo de bicicletas y sistemas de generación fotovoltaicos. *Francisco Jose de Caldas* . Obtenido de http://hdl.handle.net/11349/25637

Cachi Cerna, G., & Escalante Murga, P. M. (2017). *Gestión y evaluación de la factibilidad del proyecto de negocio "Centro recreativo Pukllaywasi", en la ciudad de Cajamarca, 2017 [Tesis de maestría, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas].* Repositorio Institucional. Obtenido de http://hdl.handle.net/10757/622728

Campos, P., Ramos, M., Peralta, E., Escamilla, I., Luna, V., Soriano, J., . . . Ramos, A. (2019). Diseño y construcción de una bicicleta para cargar eléctricamente un teléfono celular. *Revista del Diseño Innovativo, 3*(7), 8-13. Obtenido de https://n9.cl/ggp8i

CARMONA ZERECERO, A., ORTEGA CALZADA, A., & SÁNCHEZ VIOLANTE, A. (2012). *GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA POR PEDALEO.* Universidad nacional autónoma de México, México. Obtenido de file:///C:/Users/JAIRO/Desktop/GENERACION%20DE%20ENERGIA%20POR%20PEDALEO.pdf

Carrasco, S. (2016). *Metodología de la investigaciób científica: pautas metodológicas para diseñar y elaborar el proyecto de investigación.* Lima: Editorial San Marcos.

Carrasco, S. (2019). *Metodología de la investigación científica. Pautas metodológicas para diseñar y elaborar el proyecto de investigación.* Editorial San Marcos E.I.R. LTDA.

Castaño, A. (2018). Inducción Electromagnética. *UNNE*. Obtenido de http://ing.unne.edu.ar/pub/fisica3/170308/teo/teo5.pdf

Castillo, J. (2021). *Máquinas eléctricas* -. EDITEX.

Cervantes, M. (Setiembre de 2005). *UNAM*. Obtenido de Metodología de la investigación: http://profesores.fi-b.unam.mx/jlfl/Seminario_IEE/Metodologia_de_la_Inv.pdf

Chapman, S. (2015). *Máquinas Eléctricas.* Mexico.

Cubas, F. (2020). Diseño de un sistema híbrido eólico fotovoltaico para el suministro de energía eléctrica en el caserío Tucto - Cajamarca. *Universidad Señor de Sipan*. Obtenido de https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/9326

D'Agostino, A. J. (2014). *Diseño de Producto: Generación de Energía Eléctrica a Partir de Bicicletas Fijas de Indoor.* Informe final de tesis, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba. Recuperado el 19 de Diciembre de 2019, de file:///C:/Users/JAIRO/Desktop/GENERACION%20DE%20ENERGIA%20ELECTRICA%20A%20PARTIR%20DE%20BICICLETAS%20FIJAS.pdf

D'Agostino, A. J. (2014). *Diseño de Producto: Generación de Energía Eléctrica a Partir de Bicicletas Fijas de Indoor.* Informe final de tesis, Universidad

Nacional de Córdoba, Córdoba. Recuperado el 19 de Diciembre de 2019, de file:///C:/Users/JAIRO/Desktop/GENERACION%20DE%20ENERGIA%20ELECTRICA%20A%20PARTIR%20DE%20BICICLETAS%20FIJAS.pdf

Domingez, C. (2018). Plan de negocio : implantación de autoabastecimiento energético en gimnasios de España. *Universidad Pontificia de Comillas* . Obtenido de https://repositorio.comillas.edu/xmlui/handle/11531/22498

Endesa. (2020). El generador eléctrico. *Endesa Fundation*. Obtenido de https://www.fundacionendesa.org/es/educacion/endesa-educa/recursos/generador-electrico

Enrique, H. (2004). *Libro practico de los generadores, transformadores y motores electricos.* LIMUSA.

Esan, C. (24 de Enero de 2017). *Esan.* Obtenido de https://www.esan.edu.pe/conexion-esan/fundamentos-financieros-el-valor-actual-neto-van

Fagudelo Vélez, F., & García Alegrías, A. F. (2016). *Sistema de micrigeneración de energía a través del ejercicio humano.* Pontificia Universidad Javeriana, Santiago de Cali. Obtenido de file:///C:/Users/JAIRO/Desktop/SISTEMA%20DE%20MICRIGENERACION%20DE%20ENERGIA%20A%20TRAVES%20DEL%20EJERCICIO%20HUMANO%20(CINTHIA).pdf

Farías, D. (2019). Sistema autogenerado empleado en equipos cardiovasculares de gimnasio. *Universidad Tecnologia del Perú*. Obtenido de https://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/2415

Flick, U. (2012). *Introducción a la investigación cualitativa* . Coruña: Ediciones Morata.

García, E., Rodriguez, G., & Gil, J. (1996). *Metodología de la investigación cualitativa.* Ediciones Aljibe S.L.

Gómez, J., Diaz, M., & Pereda, P. (2016). Fundamentos de la Ingenieria. *Universidad de la Laguna*. Obtenido de https://docplayer.es/23863525-Fundamentos-de-ingenieria-electrica-jose-francisco-gomez-gonzalez-benjamin-gonzalez-diaz-maria-de-la-pena-fabiani-bendicho-ernesto-pereda-de-pablo.html

Gómez, S. (2019). Metodología de la investigación. *Red Tercer Milenio*.

Gutiérrez, D. (2017). Implementación y análisis de un prototipo de generación y almacenamiento de energía eléctrica a partir del movimiento de una bicicleta como propuesta para la disminución del consumo energético en la escuela de la comunidad el arroyo: etapa inicial. *Universidad Santo Tomas*. Obtenido de https://repository.usta.edu.co/handle/11634/3476

Hernández, R., & Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación científica.* México: Mc Graw Hill.

IQAir. (2022). Informe sobre la calidad del aire mundial. *IQAir*, 35. Obtenido de https://www.iqair.com/world-most-polluted-countries

lifeder. (20 de Mayo de 2020). *lifeder*. Obtenido de Los 8 tipos de tesis de investigación y sus características: https://www.lifeder.com/tipos-tesis-investigacion/

López Valencia, G. A., Medina Muñoz, L. A., Álvarez Torres, S., & Gil Lujan, J. M. (Septiembre de 2015). *Sistema generador de energía autosustentable para la carga de dispositivos electrónicos, utilizando una bicicleta estática.* Obtenido de www.utnogales.edu.mx:

http://www.utnogales.edu.mx/tic/cadesarrollosw/docentes/Sistema%20Generador%20de%20Energia%20Autosustentable.pdf

López, R. (2015). Desarrollo de un sistema de generación eléctrica eficiente a partir de propulsión humana con base en una bicicleta estática. *Universidad Tecnologica de Pereira*. Obtenido de https://revistas.sena.edu.co/index.php/rtyp/article/view/2332

Lopez, R., & Walker, J. (2017). Diseño e implementacion de un módulo didáctico deoftware para la simulación de generadores sincrónicos. Obtenido de http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/17306

Loyola, L. (2019). Fabricación de una Bicilicuadora - Ecológica de bajo coste para Poblaciones Rurales. *Universidad Nacional de Trujillo*. Obtenido de https://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/11209

Martin, J. (2015). *Electricidad y Electrónica.* Editex.

Omprakash, K., & Gottawala, T. (2022). Generacion de electricidad pensada en equipos de gimnasio. *Revista internacional de investigación de modernización en tecnología y ciencia de ingeniería*. Obtenido de file:///C:/Users/HP/Downloads/traducir%20altoq.en.es.pdf

OMS. (14 de Septiembre de 2022). Perú es el país con peor calidad de aire de Sudamérica. *Temas de salud*. Obtenido de https://www.who.int/publications/journals

OSINERMIN. (2023). *Informe Técnico que Sustenta la Fijación de Precios Barra.* OSINERGMIN, LIMA. Obtenido de https://www2.osinergmin.gob.pe/GRT/Procesos-Regulatorios/Tarifas-Barra/FPB-2023-2024/06Publicacion/6.1.2%20230306-INF-149-Informe_Fita23%28PP%29.pdf

Palomino, K. (2016). Prototipo generador de energía eléctrica por el uso de una bicicleta elíptica para la iluminación de un ambiente de deporte. *Repositorio UTP*. Obtenido de https://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/237

Pinilla, A. (2016). Soluciones energéticas para zonas rurales. *Revista de Ingeniería*. Obtenido de https://ojsrevistaing.uniandes.edu.co/ojs/index.php/revista/article/view/921

Pinilla, Á. (2019). Soluciones energéticas para zonas rurales (¿En el posconflicto?). *Univesaidad de los Andes*. Obtenido de https://ojsrevistaing.uniandes.edu.co/ojs/index.php/revista/article/view/921/1099

Pozueta, M. (2016). *Máquinas Eléctricas I.* España: Universidad de cantabria. Obtenido de https://personales.unican.es/rodrigma/primer/publicaciones.htm

Sanni, P. (2019). Generador de energía ecológico Cum Fitness Analyzer. *Instituto Nacional de Tecnología Jalandhar*. doi:https://doi.org/10.18280/i2m.190102

Seminario de Marzi, L. (2017). *Actualización de la Tasa Social de Social de Descuento.* Lima: Ministerio de Economia y Finanzas. Obtenido de https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/docs/parametros_evaluacion_social/Tasa_Social_Descuento.pdf

Tam, J., Vera, G., & Oliveros, R. (2008). Tipos, métodos y estrategias de investigación. *Pensamiento y Acción*, 5:145-154.

Tapia, J. (2018). Innovación del diseño de una bicicleta estacionaria como tecnología apropiada para la generación de energía alternativa. *Universidad Nacional de Trujillo*. Obtenido de https://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/10905

Tapia, J. (2018). Innovación del diseño de una bicicleta estacionaria como tecnología apropiada para la generación de energía alternativa. *Universidad Nacional de Trujillo*. Obtenido de https://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/10905

Vargas, C., & Villanueva, O. (2018). Bicicleta estática generadora de energía eléctrica como aprendizaje en el uso eficiente de energía. Obtenido de https://acortar.link/ZRH82A

Vargas, C., Rincón, N., Tobón, O., & Villanueva, O. (2018). Bicicleta estática generadora de energía eléctrica como aprendizaje en el uso eficiente de energía. *Revista Tecnología Y Productividad, 4*(4). Obtenido de https://revistas.sena.edu.co/index.php/rtyp/article/view/2332

Velasquez, R. (2015). desarrollo de un sistema de generación eléctrica eficiente a partir de propulsión humana con base en una bicicleta estática. *Universdad Tecnologia de Pereira*. Obtenido de https://repositorio.utp.edu.co/items/30af3f38-a8ea-4eb1-95f8-558cc86e08be

Wildi, T. (2007). *Maquinas Electricas Y Sistemas De Potencia. Monterey.* Pearson educación.

Agradecimiento

Quiero expresar mi sincero agradecimiento a mis tutores, Ing. Ricardo Ángel Shimabuku Ysa e Ing. Walter Linder Cabrera Torres, por ser una guía fundamental en el desarrollo de este trabajo. Sin su valiosa ayuda y orientación, este proyecto habría sido mucho más difícil de realizar.

También agradezco a todas las personas que he consultado a lo largo de este proceso, quienes generosamente me han brindado su apoyo, opiniones y recomendaciones.

Mi agradecimiento a la Facultad de Ingeniería y a la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Universidad Nacional de Jaén, a todos mis docentes durante la carrera y a todo el personal que trabaja en ella, por darme la oportunidad de alcanzar el título de Ingeniero Mecánico Electricista.

A todos ellos, ¡muchas gracias!

Jairo Joel Gonzales Sifuentes

Agradecimiento

Mi infinita gratitud con Dios, que, con su infinito amor, ha sabido guiar mis pasos hacia la culminación de este proyecto.

Resulta importante reconocer a mis tutores, Ing. Ricardo Ángel Shimabuku Ysa e Ing. Walter Linder Cabrera Torres, por su respaldo, apoyo y dedicación para el desarrollo de nuestro proyecto de tesis, brindándonos su tiempo, experiencia y consejos.

Mi sincero agradecimiento a la Facultad de Ingeniería y a la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Universidad Nacional de Jaén, a todos mis docentes que formaron parte de mi formación académica y a todo el personal que trabaja en ella, por permitirme alcanzar el título de Ingeniero Mecánico Electricista.

Giampier Michel Mezones Tocto

Dedicatoria

Dedico este logro a mis padres, Jackeline y Rodolfo, quienes me han brindado su apoyo incondicional a lo largo de toda mi carrera y se han sacrificado para que pudiera llegar hasta aquí. Su amor y apoyo serán siempre una fuente de inspiración.

A mis hermanos, que han sido mi apoyo psicológico en los últimos años, y a mis demás familiares, especialmente a mis tíos y primos, quienes desde que llegué a Jaén me han tratado como un hijo y un hermano más.

A mis grandes amigos Max Cabrera y Robert Rojas, quienes siempre han estado ahí para apoyarme cuando más los necesité.

Jairo Joel Gonzales Sifuentes

Dedicatoria

Le dedico el resultado de este trabajo de titulación a toda mi familia. Principalmente, a mis padres, Clever y Marilú, quienes me apoyaron con mucho esfuerzo y sacrificio durante todo este tiempo de estudios universitarios, enseñándome con sus constantes consejos que me han permitido ser una mejor persona cada día, afrontando las dificultades sin perder nunca la cabeza ni morir en el intento.

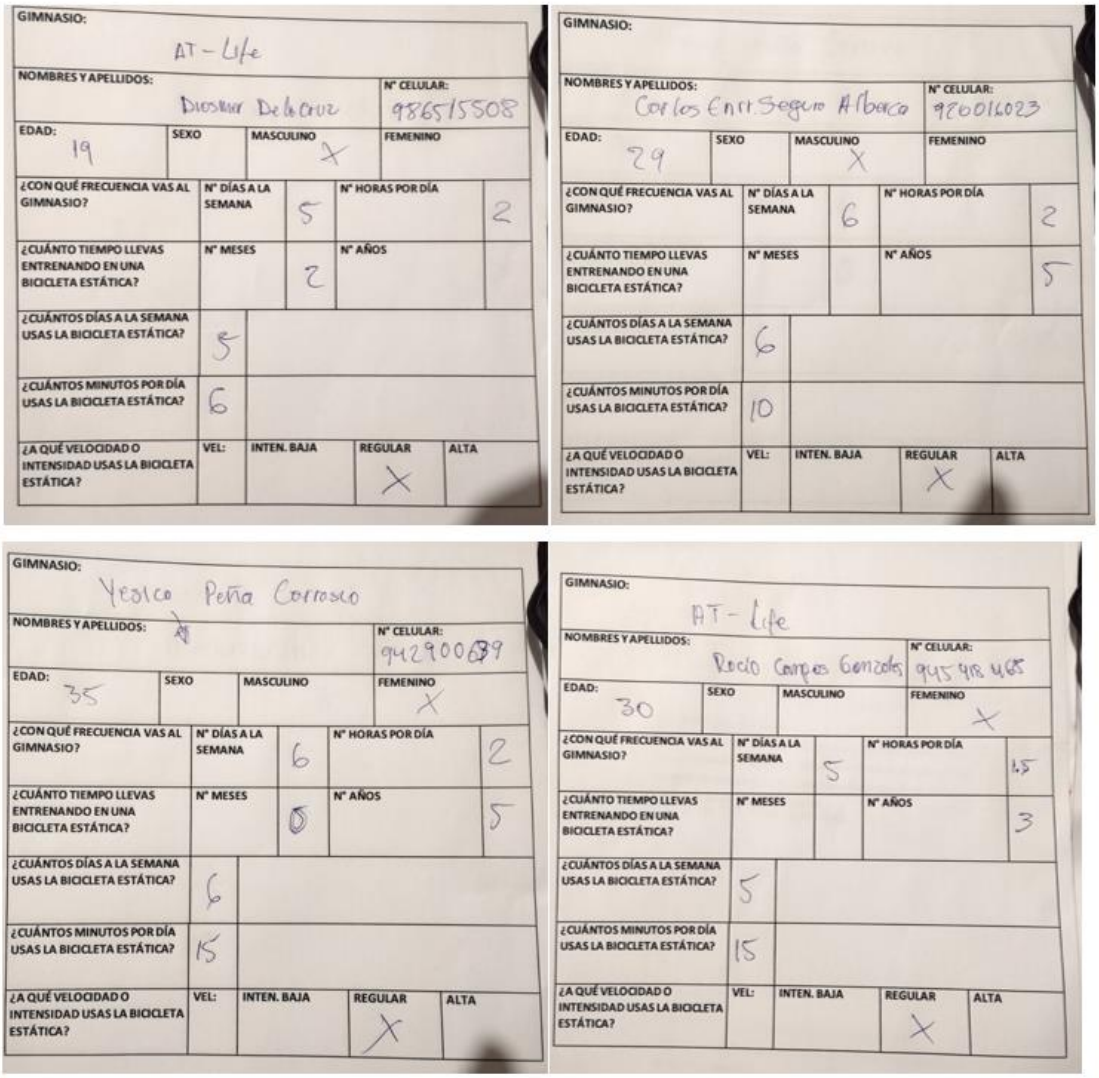
A mis hermanos, por ser sinónimo de Juventud y superación, motivo por el cual me hace seguir luchando en esta vida, para poder seguir siendo un mejor ejemplo para ellos cada día.

A mi grupo de amistades con quienes hemos afrontado los pequeños y grandes retos que surgían durante la carrera.

Giampier Michel Mezones Tocto

ANEXOS

Anexo 1



GIMNASIO: AT - Life

NOMBRES Y APELLIDOS: Diosmar Delacruz — N° CELULAR: 986515508

EDAD: 19 — SEXO — MASCULINO X — FEMENINO

¿CON QUÉ FRECUENCIA VAS AL GIMNASIO? — N° DÍAS A LA SEMANA: 5 — N° HORAS POR DÍA: 2

¿CUÁNTO TIEMPO LLEVAS ENTRENANDO EN UNA BICICLETA ESTÁTICA? — N° MESES: 2 — N° AÑOS:

¿CUÁNTOS DÍAS A LA SEMANA USAS LA BICICLETA ESTÁTICA? 5

¿CUÁNTOS MINUTOS POR DÍA USAS LA BICICLETA ESTÁTICA? 6

¿A QUÉ VELOCIDAD O INTENSIDAD USAS LA BICICLETA ESTÁTICA? — VEL: — INTEN. BAJA — REGULAR X — ALTA

GIMNASIO:

NOMBRES Y APELLIDOS: Carlos Ens. Seguro Albarca — N° CELULAR: 920016023

EDAD: 29 — SEXO — MASCULINO X — FEMENINO

¿CON QUÉ FRECUENCIA VAS AL GIMNASIO? — N° DÍAS A LA SEMANA: 6 — N° HORAS POR DÍA: 2

¿CUÁNTO TIEMPO LLEVAS ENTRENANDO EN UNA BICICLETA ESTÁTICA? — N° MESES: — N° AÑOS: 5

¿CUÁNTOS DÍAS A LA SEMANA USAS LA BICICLETA ESTÁTICA? 6

¿CUÁNTOS MINUTOS POR DÍA USAS LA BICICLETA ESTÁTICA? 10

¿A QUÉ VELOCIDAD O INTENSIDAD USAS LA BICICLETA ESTÁTICA? — VEL: — INTEN. BAJA — REGULAR X — ALTA

GIMNASIO: Yesica Peña Corrosco

NOMBRES Y APELLIDOS: — N° CELULAR: 942900689

EDAD: 35 — SEXO — MASCULINO — FEMENINO X

¿CON QUÉ FRECUENCIA VAS AL GIMNASIO? — N° DÍAS A LA SEMANA: 6 — N° HORAS POR DÍA: 2

¿CUÁNTO TIEMPO LLEVAS ENTRENANDO EN UNA BICICLETA ESTÁTICA? — N° MESES: 0 — N° AÑOS: 5

¿CUÁNTOS DÍAS A LA SEMANA USAS LA BICICLETA ESTÁTICA? 6

¿CUÁNTOS MINUTOS POR DÍA USAS LA BICICLETA ESTÁTICA? 15

¿A QUÉ VELOCIDAD O INTENSIDAD USAS LA BICICLETA ESTÁTICA? — VEL: — INTEN. BAJA — REGULAR X — ALTA

GIMNASIO: AT - Life

NOMBRES Y APELLIDOS: Rocio Campos Gonzales — N° CELULAR: 945 98 465

EDAD: 30 — SEXO — MASCULINO — FEMENINO X

¿CON QUÉ FRECUENCIA VAS AL GIMNASIO? — N° DÍAS A LA SEMANA: 5 — N° HORAS POR DÍA: 1,5

¿CUÁNTO TIEMPO LLEVAS ENTRENANDO EN UNA BICICLETA ESTÁTICA? — N° MESES: — N° AÑOS: 3

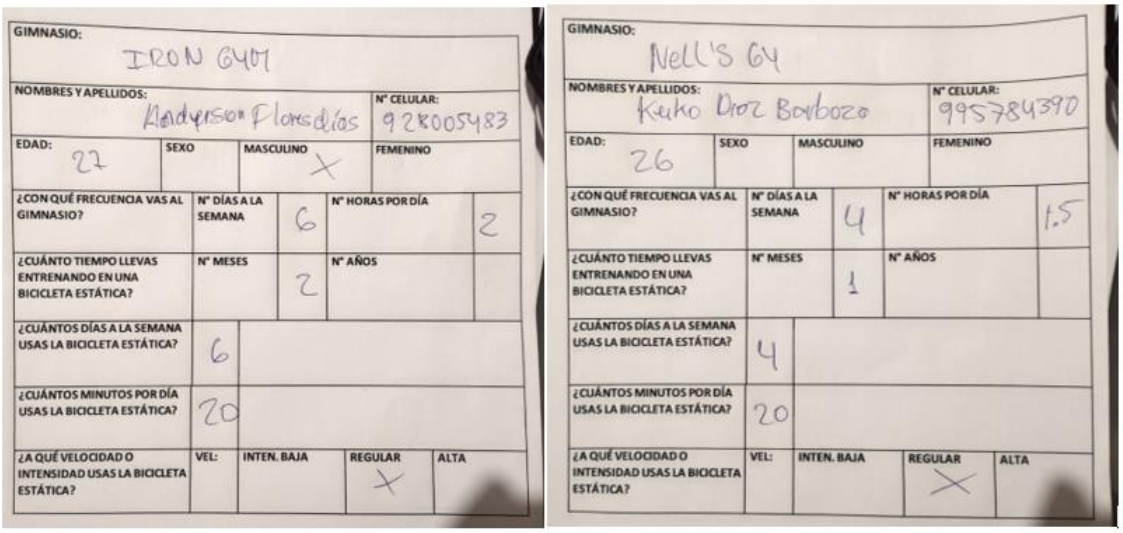
¿CUÁNTOS DÍAS A LA SEMANA USAS LA BICICLETA ESTÁTICA? 5

¿CUÁNTOS MINUTOS POR DÍA USAS LA BICICLETA ESTÁTICA? 15

¿A QUÉ VELOCIDAD O INTENSIDAD USAS LA BICICLETA ESTÁTICA? — VEL: — INTEN. BAJA — REGULAR X — ALTA

Nota: Tablas de encuestas a usuarios de gimnasios en la ciudad de jaén

Anexo 2

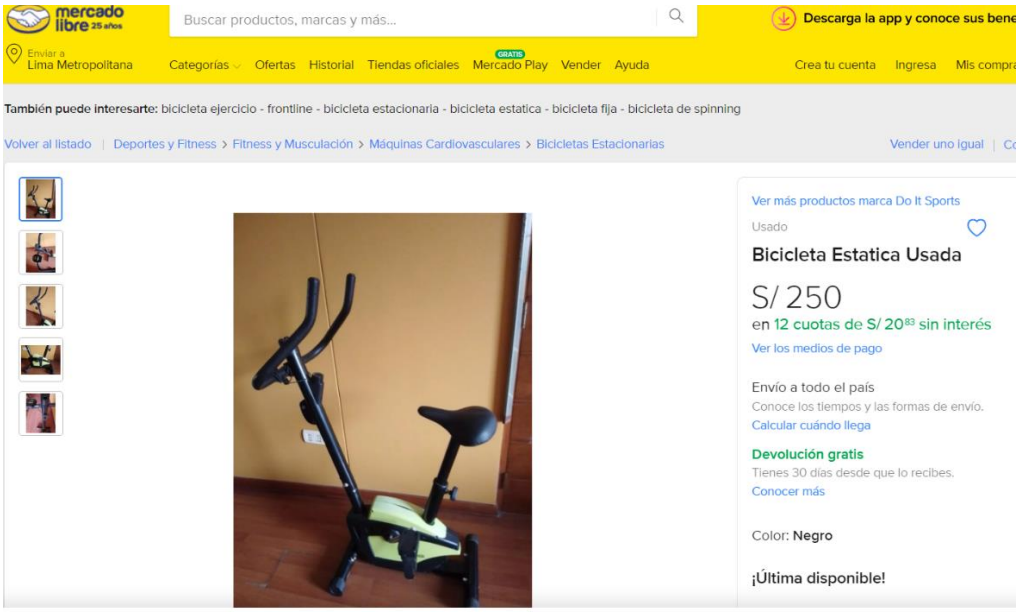


GIMNASIO:	IRON GYM				
NOMBRES Y APELLIDOS:	Madyerson Flores Dias			N° CELULAR:	928005483
EDAD: 27	SEXO	MASCULINO X		FEMENINO	
¿CON QUÉ FRECUENCIA VAS AL GIMNASIO?	N° DÍAS A LA SEMANA	6	N° HORAS POR DÍA	2	
¿CUÁNTO TIEMPO LLEVAS ENTRENANDO EN UNA BICICLETA ESTÁTICA?	N° MESES	2	N° AÑOS		
¿CUÁNTOS DÍAS A LA SEMANA USAS LA BICICLETA ESTÁTICA?	6				
¿CUÁNTOS MINUTOS POR DÍA USAS LA BICICLETA ESTÁTICA?	20				
¿A QUÉ VELOCIDAD O INTENSIDAD USAS LA BICICLETA ESTÁTICA?	VEL:	INTEN. BAJA	REGULAR X	ALTA	

GIMNASIO:	NELL'S GYM				
NOMBRES Y APELLIDOS:	Kuko Diaz Barbozo			N° CELULAR:	995784390
EDAD: 26	SEXO	MASCULINO		FEMENINO	
¿CON QUÉ FRECUENCIA VAS AL GIMNASIO?	N° DÍAS A LA SEMANA	4	N° HORAS POR DÍA	1.5	
¿CUÁNTO TIEMPO LLEVAS ENTRENANDO EN UNA BICICLETA ESTÁTICA?	N° MESES	1	N° AÑOS		
¿CUÁNTOS DÍAS A LA SEMANA USAS LA BICICLETA ESTÁTICA?	4				
¿CUÁNTOS MINUTOS POR DÍA USAS LA BICICLETA ESTÁTICA?	20				
¿A QUÉ VELOCIDAD O INTENSIDAD USAS LA BICICLETA ESTÁTICA?	VEL:	INTEN. BAJA	REGULAR X	ALTA	

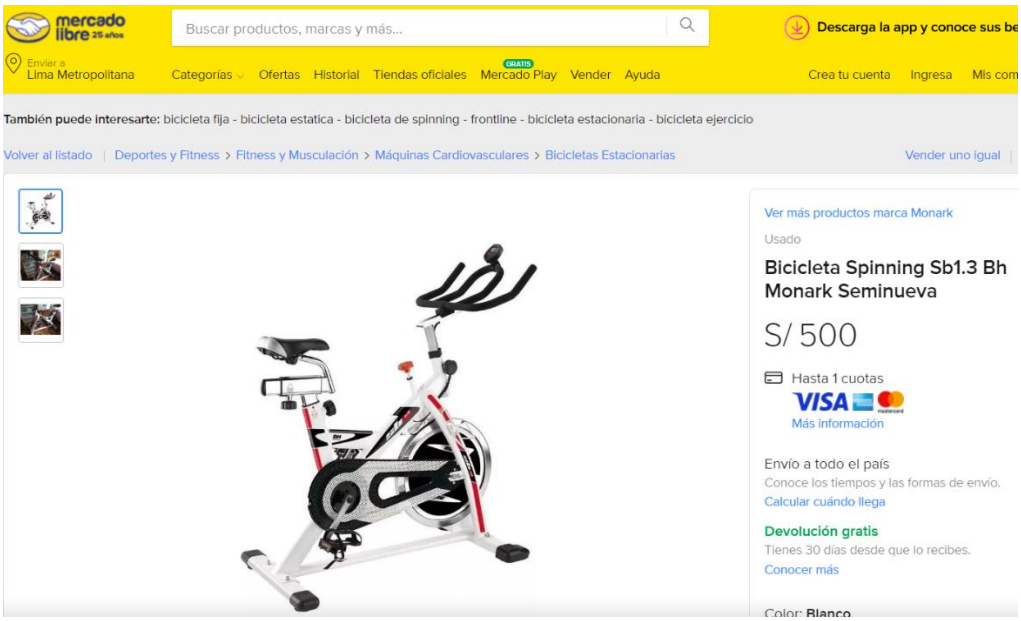
Nota: Tablas de encuestas a usuarios de gimnasios en la ciudad de jaén

Anexo 3



Nota: costo de una bicicleta estática usada la cual descartamos por sus características ya explicadas.

Anexo 4



Nota: costo de la bicicleta estática usada que hemos trabajado por sus características ya mencionadas.

Anexo 5

Nota: pieza que hemos ubicado para unir el brazo de la bicicleta estática

Anexo 6

Nota: primeros puntos de soldadura, observando que la unión se lleve de forma correcta.

Anexo 7

Nota: imagen desde otro ángulo de los primeros puntos de soldadura.

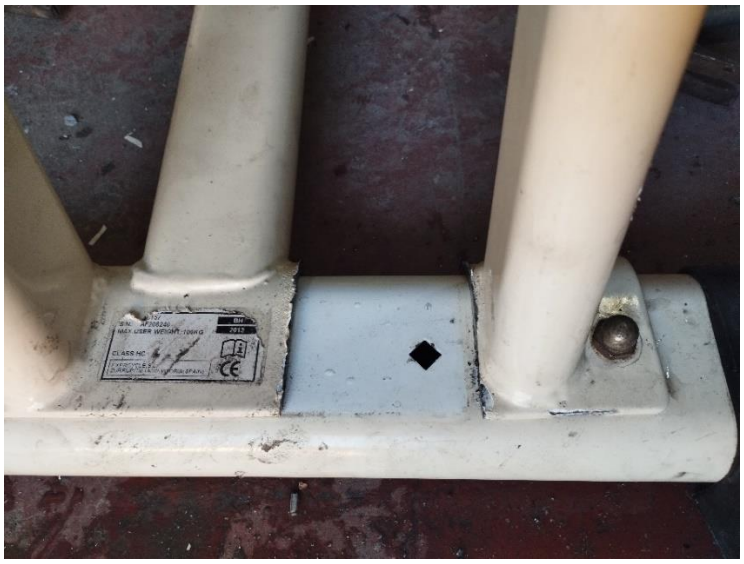
Anexo 8

Nota: espacio que hemos distanciado el brazo para acoplar la polea.

Anexo 9

Nota: otro ángulo de la distancia que desplazamos al brazo de la bicicleta.

Anexo 10



Nota: otro ángulo

Anexo 11

Nota: masilla colocada luego de la soldadura para lijar.

Anexo 12

Nota: perno eje original el cual será reemplazado por otro de mayor longitud.

Anexo 13

Nota: perno eje de mayor longitud fabricado en el torno el cual sustituirá al original.

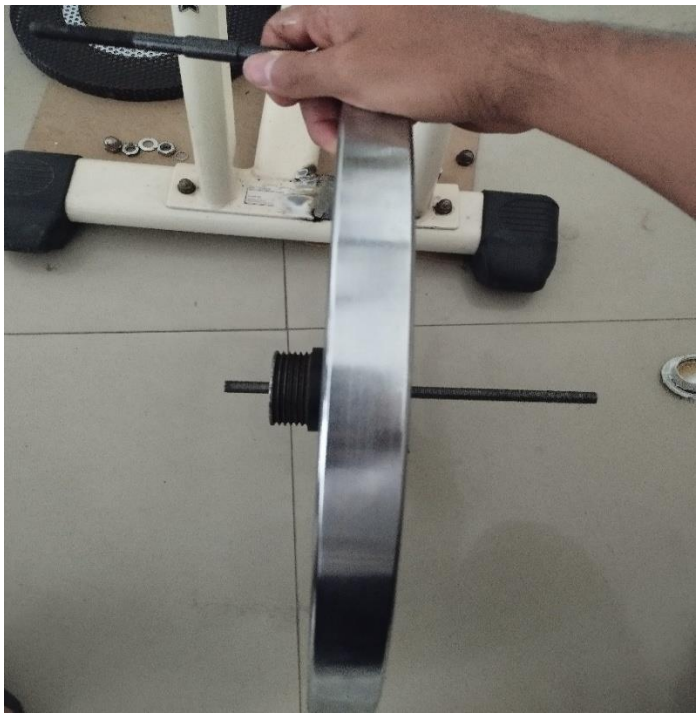
Anexo 14

Nota: pero eje fabricado sin los rodajes.

Anexo 15

Nota: colocación a la volante de inercia del perno eje fabricado.

Anexo 16



Nota: imagen desde otro ángulo.

Anexo 17

Nota: imagen de la polea que uniremos a la volante de inercia.

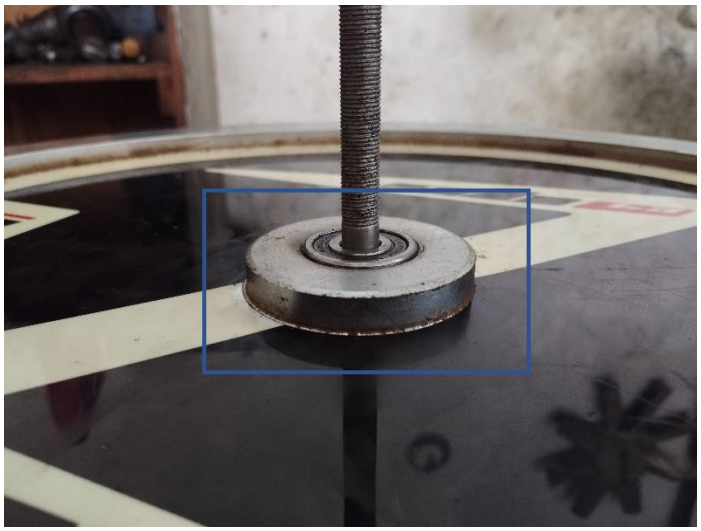
Anexo 18

Nota: fierro solido que utilizamos como nexo entre la polea y la volante de inercia.

Anexo 19

Nota: primeros puntos de soldadura entre la polea y el fierro sólido.

Anexo 20

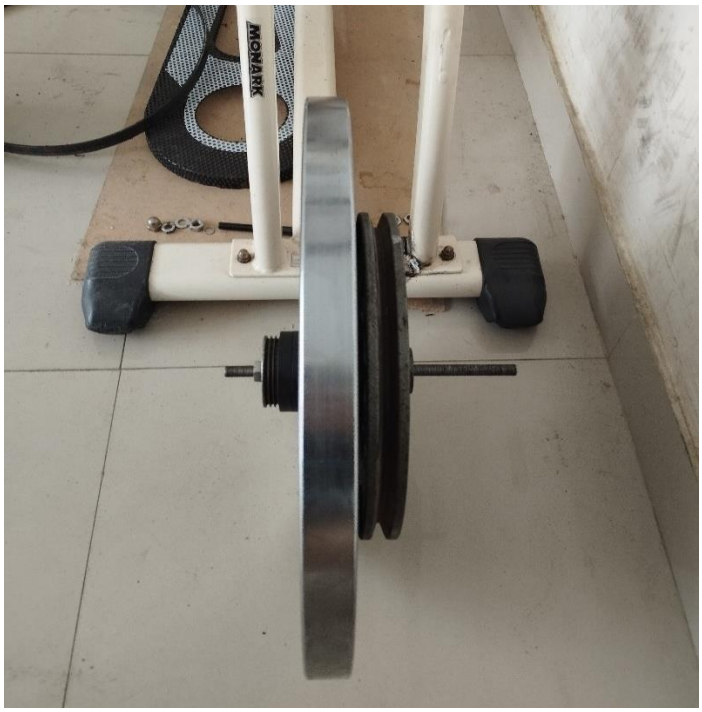


Nota: punto donde se acopló y se soldó el nexo de la polea.

Anexo 21

Nota: varillas de soldadura que utilizamos para unir la volante con la polea.

Anexo 22



Nota: imagen acoplada entre la volante de inercia y la polea

Anexo 23

Nota: otro ángulo

Anexo 24

PERU SOLAR E.I.R.L.
RUC 20605900683
PASAJE NOVARA 1640 URBANIZACIÓN FIORI , San Martín de Porres , Lima - LIMA
Central telefónica: 986 444 558 - 989 122 968
Email: marcel.melgar78@gmail.com

FACTURA ELECTRÓNICA
F001-00003367

FECHA DE EMISIÓN : 2024-07-03
FECHA DE VENCIMIENTO : 2024-07-03
CLIENTE: : GONZALES SIFUENTES JAIRO JOEL
RUC : 10611003795
DIRECCIÓN: : - - -

COTIZACIÓN : COT-16993

CANT.	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	MODELO	LOTE	SERIE	P.UNIT	DTO.	TOTAL
1	NIU	HM-300M - INVERSOR ONDA MODIFICADA 300W 12VDC//220VAC -HAMI - HAMI				115.00	0	115.00

OP. GRAVADAS: S/ 97.46
IGV: S/ 17.54
TOTAL A PAGAR: S/ 115.00

SON: **CIENTO QUINCE CON 00/100 SOLES**

BANCO DE CREDITO DEL PERU Soles **N°:** 191 26859030 31 **CCI:** 002 1910 026859030 3159
INTERBANK Soles **N°:** 04 8 3002301 615
INTERBANK Dólares Americanos **N°:** 04 8 3002301 630
BANCO DE CREDITO DEL PERU Dólares Americanos **N°:** 191-9559508-1-94
CCI: 00219100955950819454

Código Hash: bTFdLBSpdw9AiAPqk1yUe0ZKVo=

CONDICIÓN DE PAGO: *Contado*
MÉTODO DE PAGO: Contado
PAGOS:
• Efectivo - efectivo y 3/7/2024 - S/ 115

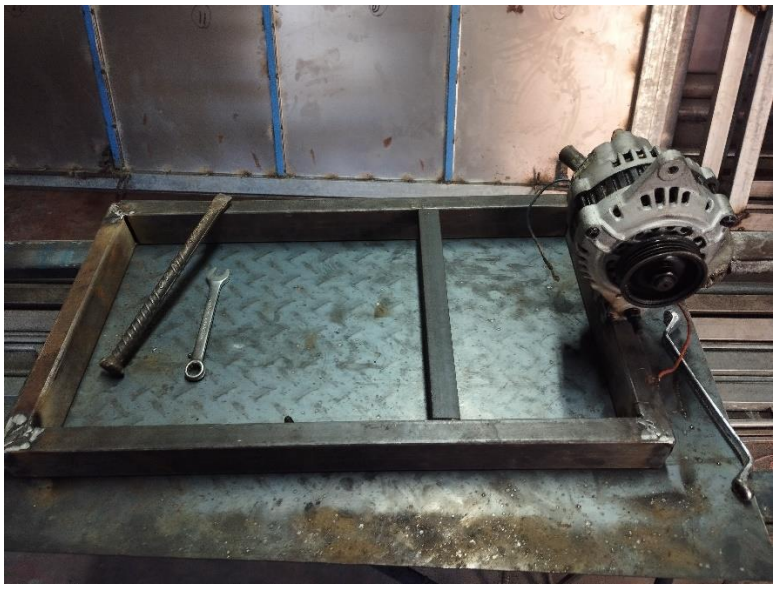
Vendedor:
ANIBAL JESUS URETA

Nota: factura de la compra del inversor.

Anexo 25

Nota: analizamos la mejor forma en la que irá el alternador en la superficie móvil.

Anexo 26

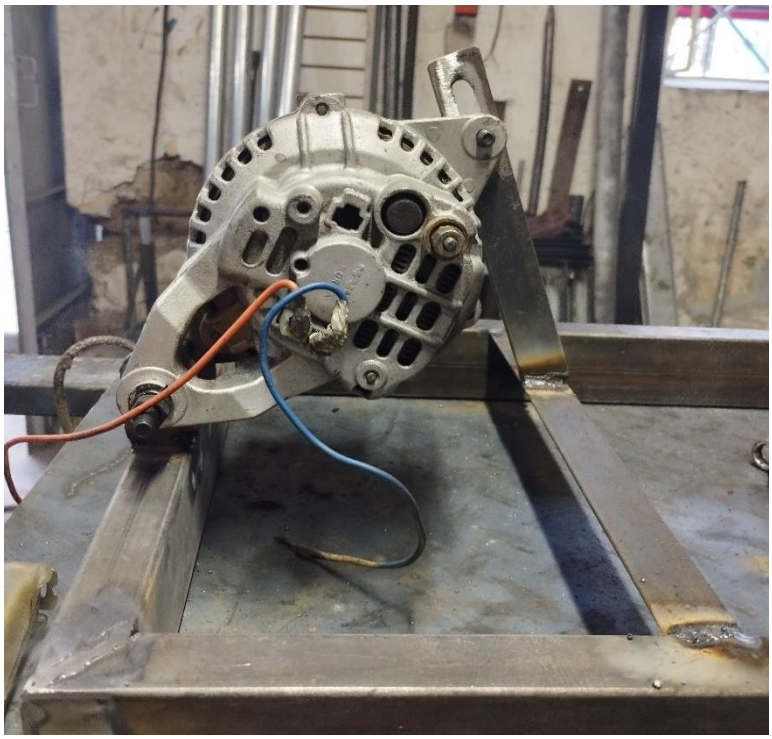


Nota: primera base vertical del alternador en la superficie móvil.

Anexo 27

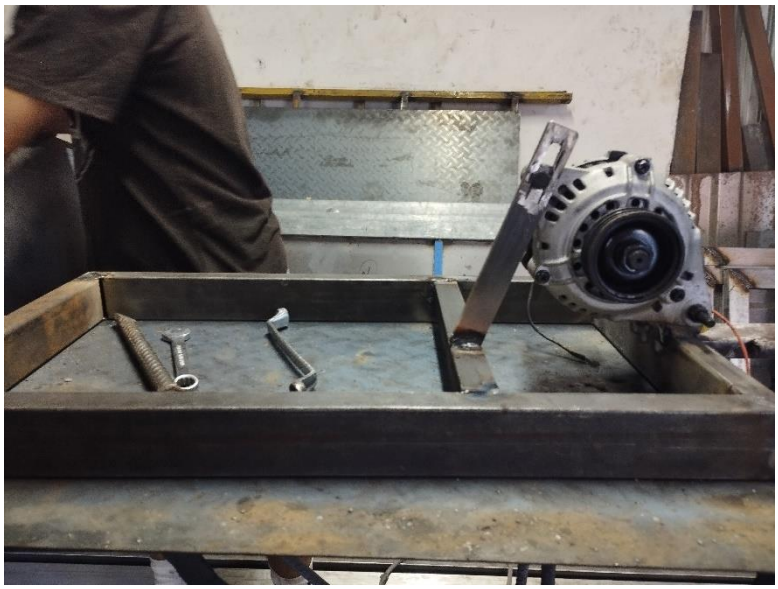
Nota: otro ángulo de la primera base.

Anexo 28



Nota: segunda base del alternador en la superficie móvil.

Anexo 29



Nota: Posición final del alternador.

Anexo 30

Nota: plancha soldada en los tubos rectangulares, en la cual irá la batería y el conversor.

Anexo 31

Nota: tipo de ruedas que elegimos para la superficie móvil.

Anexo 32

Nota: superficie móvil ya terminada y pintada.

Anexo 33

Nota: otro ángulo.

Anexo 34

Nota: nueva polea del alternador que reemplazará a la original.

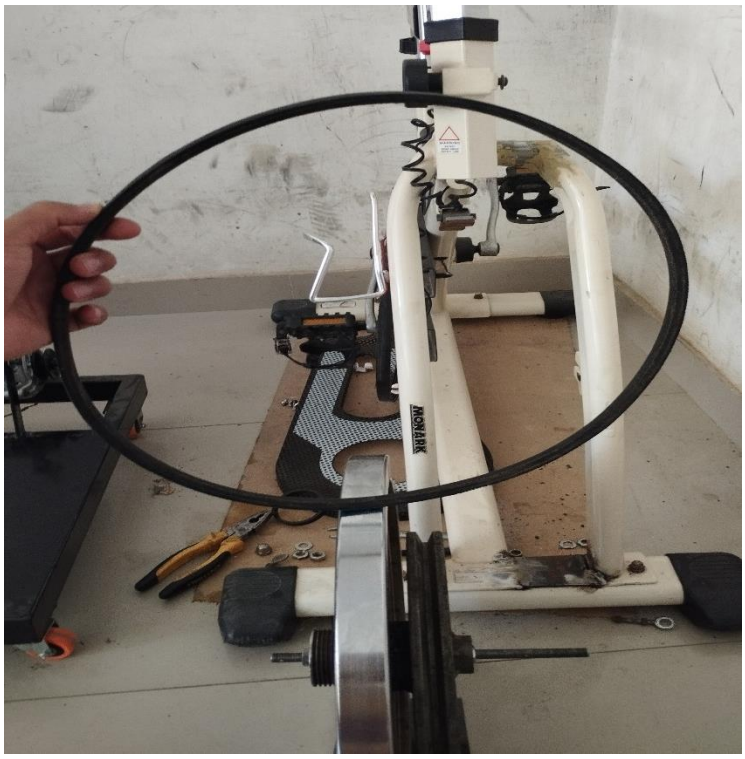
Anexo 35

Nota: diferencias entre la polea original y la que entrará de reemplazo.

Anexo 36

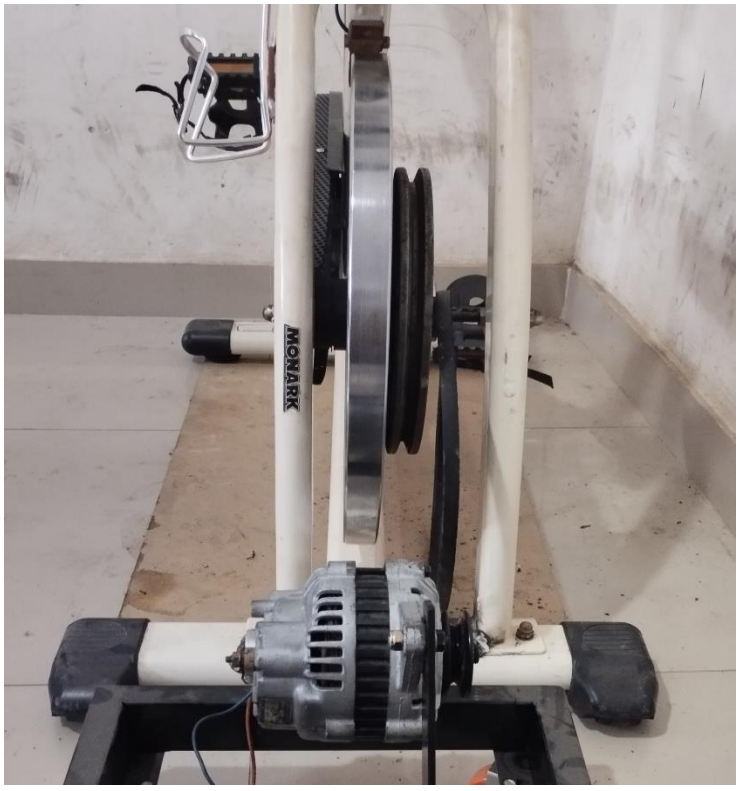
Nota: polea original antes de ser reemplazada.

Anexo 37



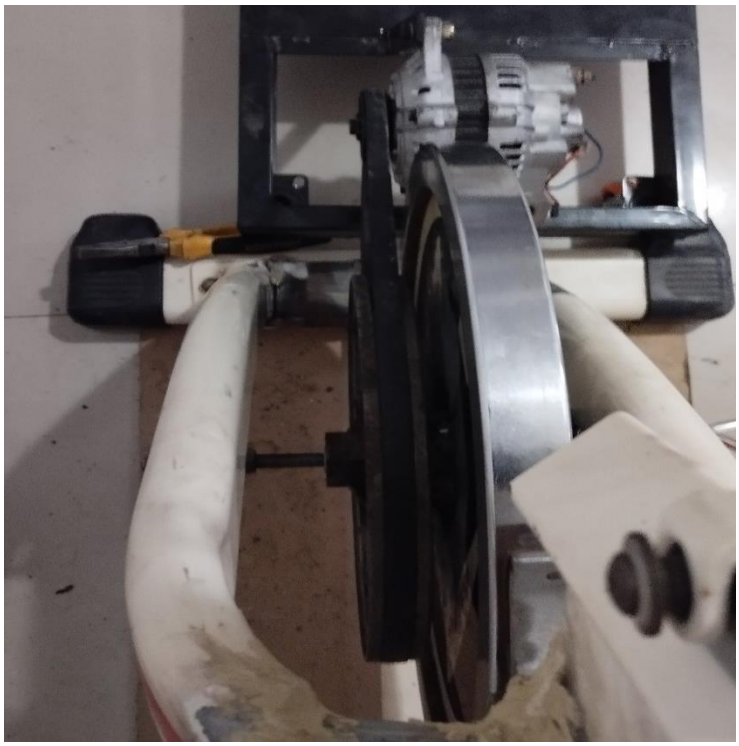
Nota: faja que unirá la polea de la volante con la polea del alternador.

Anexo 38



Nota: dirección correcta entre ambas poleas.

Anexo 39

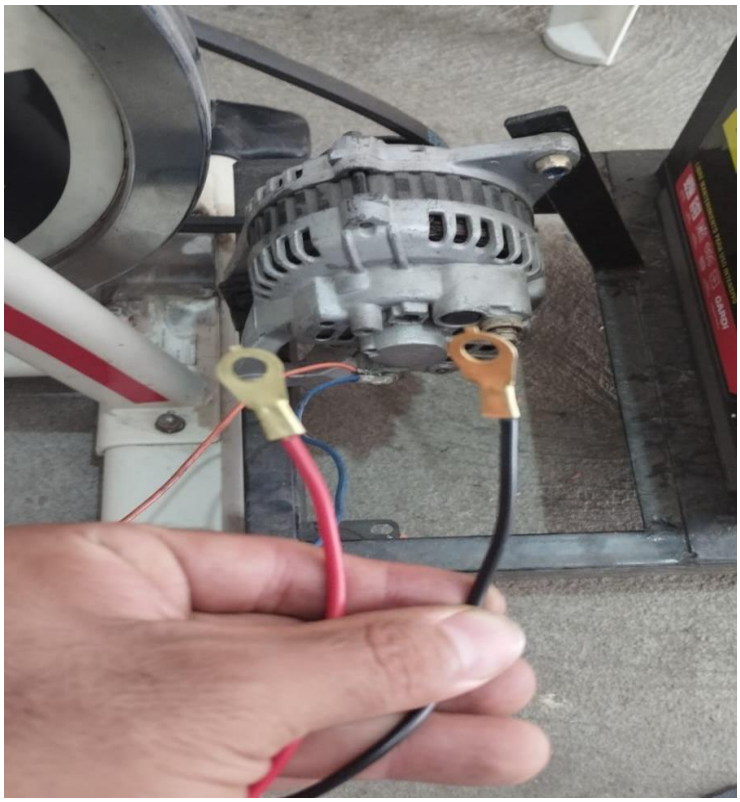


Nota: faja ubicada correctamente entre ambas poleas.

Anexo 40

Nota: primera media de la batería con ayuda de la pinza amperimétrica.

Anexo 41

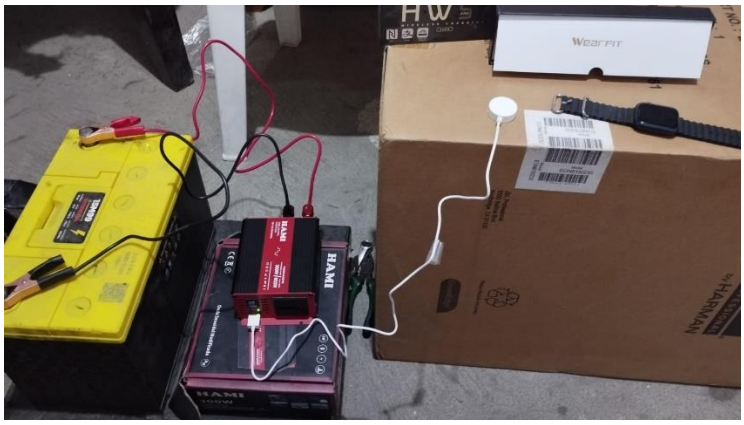


Nota: cables y terminales que unirán el alternador a la batería.

Anexo 42

Nota: ubicación y conexión entre el conversor y la batería.

Anexo 43



Nota: conexión del cargador del reloj hacia el puerto usb del conversor.

Anexo 44

Nota: especificaciones del reloj inteligente.

Anexo 45

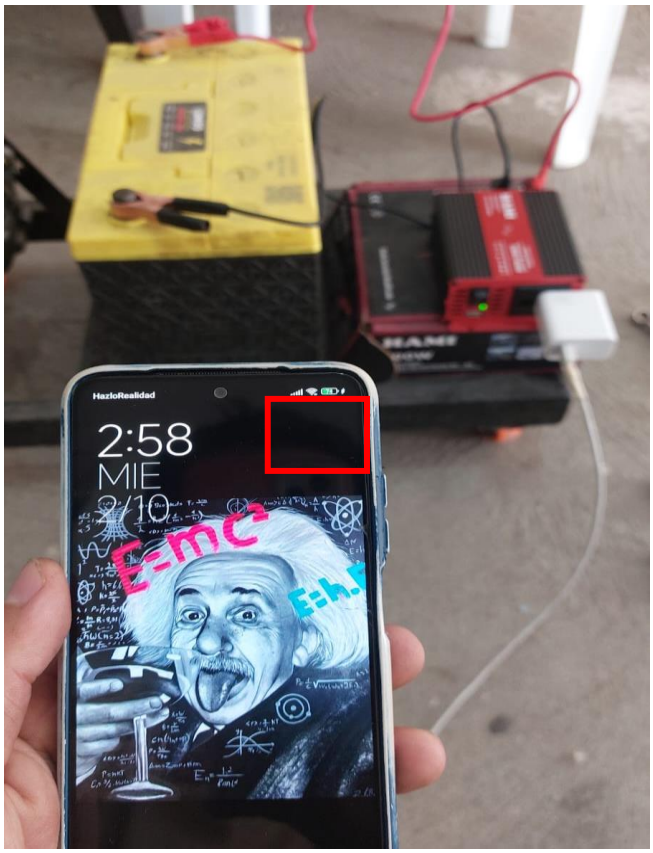
Sobre tu equipo: Xiaomi Redmi Note 11 128GB Azul

Especificaciones técnicas

Tecnología de Pantalla	AMOLED
Procesador	Snapdragon 680
Tamaño de Pantalla	6.43"
Cámara de fotos Principal	50MP + 8MP + 2MP
Cámara de fotos Frontal	13MP
Tipo de Batería	5000 mAh
Capacidad Memoria Externa	No
Capacidad Memoria Interna	128GB

Nota: especificaciones del celular con el que trabajamos.

Anexo 46



Nota: muestra de la carga del celular enchufado al conversor.

Anexo 47

Nota: ventilador con el cual trabajamos.

Anexo 48

Nota: datos del ventilador.

Anexo 49

Nota: especificaciones de la laptop

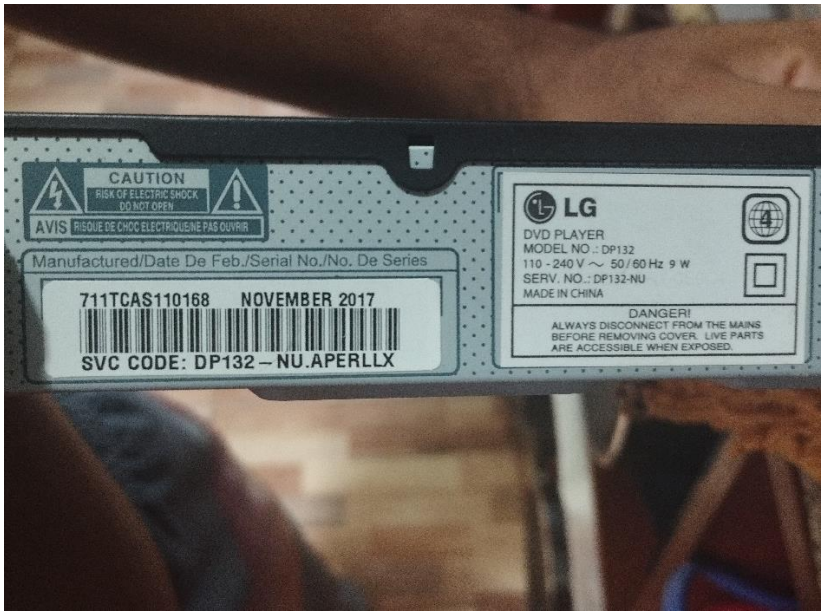
Anexo 50

Nota: especificaciones del cargador de la laptop.

Anexo 51

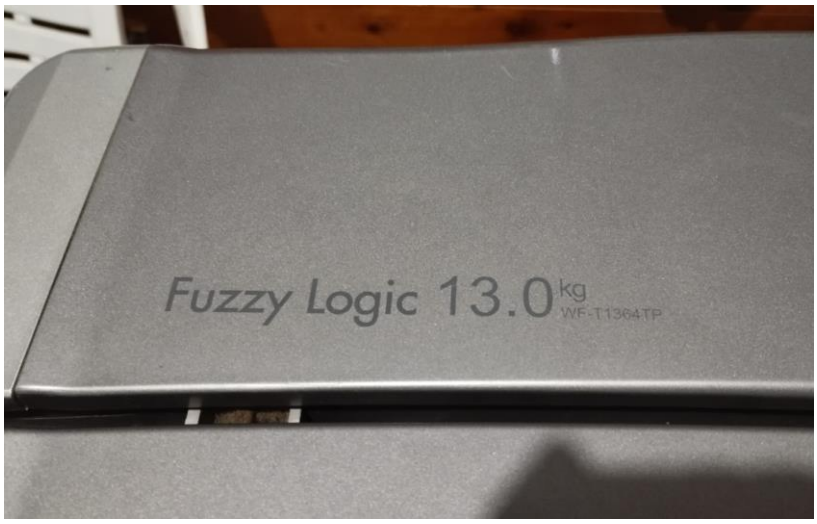
Nota: imagen del dvd con el cual trabajaremos.

Anexo 52



Nota: datos del dvd.

Anexo 53



Nota: modelo de la lavadora con la cual trabajaremos.

Anexo 54

Nota: especificaciones de la lavadora.

Anexo 55

Nota: valores en la pinza amperimétrica después de cargar algunos dispositivos.

Anexo 56

Nota: imagen del tablero digital de la bicicleta antes de practicar para cargar la batería.

Anexo 57

Nota: tiempo transcurrido en la bicicleta cargando la batería.

Anexo 58

Nota: distancia transcurrida al utilizar la bicicleta estática.

Anexo 59

Nota: otro indicador de distancia.

Anexo 60

Nota: valor en la pinza amperimétrica luego de cargar la batería a través de la bicicleta.