

**DISEÑO E INSTALACIÓN DE SISTEMA DE GENERACIÓN ELÉCTRICA
POR MOVIMIENTO CIRCULAR UNIFORME.**

**JEFFERSON MAURICIO MUÑOS SANCHEZ
JONATHAN CORREA LONDOÑO
DIEGO ARMANDO BEDOYA MONSALVE**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA
FACULTAD DE TECNOLOGÍAS
TECNOLOGÍA EN MECATRÓNICA
PEREIRA
2016**

**DISEÑO E INSTALACIÓN DE SISTEMA DE GENERACIÓN ELÉCTRICA
POR MOVIMIENTO CIRCULAR UNIFORME.**

**JEFFERSON MAURICIO MUÑOS SANCHEZ
JONATHAN CORREA LONDOÑO
DIEGO ARMANDO BEDOYA MONSALVE**

Anteproyecto para optar al título de Tecnólogos en Mecatrónica.

DIRECTOR

Raúl Algecira Arbeláez

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA
FACULTAD DE TECNOLOGÍAS
TECNOLOGÍA EN MECATRÓNICA
PEREIRA
2016**

Nota de aceptación:

Firma del presidente del jurado:

Firma del presidente del jurado:

Firma del presidente del jurado:

Pereira, Marzo del 2016

Dedicatoria

Dedicamos este proyecto a las personas, familiares y amigos que son su apoyo y colaboración brindada facilitaron la ejecución de este proyecto.

Agradecimientos

Primero que todo queremos agradecer a Dios por darnos vida para cumplir con nuestras metas.

A nuestros padres por el apoyo que siempre nos han dado para continuar con nuestros estudios.

Agradecemos al ingeniero Raúl Algecira Arbeláez por el apoyo incondicional durante el desarrollo de este proyecto, por su paciencia y dedicación

Agradecemos al Docente Andrés Gómez, facultad de tecnología eléctrica por sus asesorías respecto al tema de energías renovables.

CONTENIDO

RESUMEN	10
INTRODUCCION.	11
1. TITULO	12
2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.	13
2.1 Planteamiento del problema.	13
2.2 Formulacion del problema.....	14
2.3 Sistematización	14
3. JUSTIFICACION.....	15
4. OBJETIVOS.....	16
4.1 Objetivo general.....	16
4.2 Objetivos específicos.	16
5. MARCO REFERENCIAL.	17
5.1. Marco historico.....	17
5.1.1 Historia de la bicicleta.....	18
5.2 Marco contextual.....	18
5.3 Marco teorico-conceptual.....	18
7. DISEÑO METODOLOGICO.....	21
7.1 DETERMINAR LAS CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DEL SISTEMA GENERADOR PARA HACERLO DINÁMICO Y PRÁCTICO EN SU INSTALACIÓN.....	21
7.1.1. Realizar el diseño del sistema de generación eléctrica en software 3D	21
7.1.2 Establecer el sistema de acople mecánico de mejor rendimiento para el funcionamiento del sistema.....	21
7.1.3 Realizar el cálculo de la relación de velocidades para el sistema generador.	21
7.2 ANALIZAR Y DEFINIR EL SISTEMA PARA EL ALMACENAMIENTO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA.	21
7.2.1 Definir el tipo de generador eléctrico o alternador.	22
7.2.2 Establecer que tipos de baterías existen en el mercado que puedan cumplir con las características de carga para el sistema de generación. ..	22

7.2.3 Establecer el tipo de inversor de corriente para la alimentación de los dispositivos eléctricos.	22
7.3 ESTABLECER TIEMPOS DE OPERACIÓN EN FUNCIÓN DE LA CAPACIDAD Y RENDIMIENTO DE LOS SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO.....	22
7.3.1 Realizar un diagrama de flujo para definir la lógica en el funcionamiento del sistema.	22
7.3.2 Definir la potencia que se logra en función del tiempo y velocidad de pedaleo.....	22
7.4. REALIZAR LAS DIFERENTES PRUEBAS DEL SISTEMA DE GENERACIÓN PARA VERIFICAR SU FUNCIONAMIENTO EN SU IMPLEMENTACIÓN.	22
7.4.1 Implementar el sistema de generación eléctrica sometiéndole a cargas eléctricas para inspeccionar su completo funcionamiento.	22
7.5. ANALIZAR DATOS ESTADÍSTICOS O ESTUDIOS QUE PERMITAN TENER UNA REFERENCIA DEL IMPACTO SOCIAL EN CUANTO A LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE GENERACIÓN ELÉCTRICA.....	22
7.5.1 Desarrollar el análisis de la inversión financiero en función del costo-beneficio de la fabricación del sistema generador.	22
7.5.2 Definir el impacto social en las diferentes áreas de su aplicación. .	22
8. RESULTADOS.....	23
9. CONCLUSIONES	53
10. RECOMENDACIONES.	54
11. BIBLIOGRAFIA.	56

LISTA DE FIGURAS.

Ilustración 1. Modelo de un sistema de generación eléctrica.	19
Ilustración 2. Diseño del sistema de generación eléctrica en solid Works..	23
Ilustración 3. Acople directo.	25
Ilustración 4. Acople en el eje del alternador.....	26
Ilustración 5. Recubrimiento de cuero a la volante.....	26
Ilustración 6. Esquema de la fuerza del pedal.....	27
Ilustración 7. Transmisión de velocidad.	28
Ilustración 8. Alternador eléctrico	31
Ilustración 9. Curva típica del alternador estabilizado.	32
Ilustración 10. Característica de los alternadores indiel A115.....	33
Ilustración 11. Características constructivas de una batería	35
Ilustración 12. Vida útil, medida en cantidad de ciclos, en función de la profundidad de descarga.....	37
Ilustración 13 Bateria seca, tipo gel.	38
Ilustración 14. Inversor de corriente	39
Ilustración 15. Puente rectificador	40
Ilustración 16. Regulador de tensión.....	41
Ilustración 17. Pruebas del sistema de generación eléctrica.....	43
Ilustración 18. Tensión generada cada 20 segundos.....	44
Ilustración 19. Corriente generada cada 20 segundos... ..	45
Ilustración 20. Potencia generada cada 20 segundos.....	46
Ilustración 21. Corriente de carga a la batería de almacenamiento.....	48
Ilustración 22. Prueba del sistema sometido a cargas eléctricas.....	47
Ilustración 23. Resultados primera pregunta.....	50
Ilustración 24. Resultados segunda pregunta.....	50
Ilustración 25. Resultados tercera pregunta.....	51
Ilustración 26. Resultados cuarta pregunta.....	51
Ilustración 26. Resultados quinta pregunta.....	52
Ilustración 27. Resultados sexta pregunta.....	52
Ilustración 28. Resultados séptima pregunta.....	53
Ilustración 28. Resultados séptima pregunta.....	53

LISTA DE TABLAS.

Tabla 1. Velocidades de 12 personas en condiciones normales y sin esfuerzo.	29
Tabla 2. Consumo promedio de equipos electrónicos.....	38
Tabla 3. Datos obtenidos de la prueba real del sistema generador.	42
Tabla 4. Valores de tensión generada tomados cada 20 segundos.....	43
Tabla 5. Valores de corriente generada tomado cada 20 segundos.	44
Tabla 6. Valores de potencia generada tomados cada 20 segundos.....	45
Tabla 7. Valores de consumo por un tiempo determinado.....	48
Tabla 8. Inversión financiera del sistema de generación eléctrica.....	49

RESUMEN

El objetivo de este proyecto es exponer las características , diseño e implementación de un sistema de generación eléctrica utilizando el principio básico del funcionamiento de la bicicleta, este sistema de generación ya ha sido desarrollado anteriormente en algunas regiones de Colombia pero sin el enfoque que se le dará en la construcción de este proyecto, en algunos lugares del mundo existen empresas como lo es WE WATT que desarrolla sistemas de generación eléctrica renovable, más sin embargo los costos de adquisición son muy elevados.

Luego de realizar una investigación sobre las principales propiedades del diseño del sistema de generación eléctrica por movimiento circular uniforme se implementó diferente software de diseño mecánico y eléctrico para garantizar el buen funcionamiento y eficiencia del sistema.

INTRODUCCION.

La generación de electricidad es una de las necesidades más importantes en una nación, permite y garantiza el desarrollo social, económico e industrial, por ende el uso de alternativas de generación eléctrica distintas a los procesos tradicionales disminuyen la demanda energética que se pueda producir, energías alternativas como la solar y eólica se han implementado en Colombia en lugares en donde no se tiene acceso a el servicio eléctrico.

Con la ejecución de este proyecto se diseñó un sistema de generación eléctrica enfocado al servicio de la comunidad educativa en especial a la universitaria, centros de transporte o lugares en donde la afluencia de la población es considerable para de esta manera brindar la posibilidad de recargar sus equipos electrónicos de uso diario.

Este proyecto se realizó en tres etapas principales: Determinación de las características del sistema mecánico, diseño del sistema eléctrico y de control y construcción del sistema de generación para sus respectivas pruebas de funcionamiento. El desarrollo de este proyecto espera incentivar a las personas a desarrollar y utilizar sistemas de energía renovables.

1. TITULO

Diseño e instalación de Sistema de generación eléctrica por movimiento circular uniforme.

2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.

En la actualidad la energía eléctrica se genera por medio de métodos convencionales, siendo el hidroeléctrico el más utilizado de ellos, los procesos de generación eléctrica no alternativos no son la mejor opción si se desea contribuir y evitar el deterioro ambiental, todos aquellos procesos de generación eléctrica no amigables con el medio ambiente involucran en todas sus etapas de producción mecanismos que influyen con la contaminación, desde el inicio de la obtención de las materias primas para construirlos, hasta los procesos de transporte de la energía eléctrica debido a sus líneas de transmisión, como también el impacto en las etapas de transporte de todos los combustibles fósiles (gas, carbón, gasolina) y a su vez la utilización de estos combustibles que en su combustión generan compuestos de azufre, metano, monóxido y dióxido de carbono.

Sin duda, es una problemática ambiental que no podemos ignorar, en algún momento estas fuentes de energía no renovables se agotaran y con ello llegara el deterioro del medio ambiente, por tal motivo el aprovechamiento de las energías renovables se está fortaleciendo y avanzando con pasos significativos, por esta razón creemos que es necesario buscar opciones para la generación de energía eléctrica amigables con el medio ambiente.

2.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

Actualmente la implementación de energías renovables son el resultado de procesos obtenidos mediante fuentes de energía inagotables, con el transcurso del tiempo el ser humano observa la necesidad de impulsar y aplicar estos sistemas de generación de energía totalmente amigables con el ambiente, son amigables ya que su generación no afecta en lo más mínimo los ambientes ecológicos y por ello sus ecosistemas.

Sin embargo, los sistemas que hacen parte de nuestras vidas, pueden llegar a ser útiles y de gran ayuda para aportar sobre la gran demanda de energía eléctrica, Desde décadas, la bicicleta se ha convertido en una herramienta cotidiana en nuestras vidas, siendo utilizada como medio de transporte o para practicar el deporte, con base en el principio de funcionamiento de la bicicleta, se quiere aprovechar este movimiento mecánico para ser transformado en energía eléctrica, contribuyendo al medio ambiente y a la salud de sí mismos, puesto que realizar ejercicio en promedio de 30 minutos al día ayudara a controlar el sobrepeso, hipertensión y diabetes y así obtener un doble beneficio, los usuarios pueden tener soluciones disponibles en su lugar o

espacio de trabajo, en cuanto a la necesidad de energía eléctrica para sus usos diarios, como conectar su computador portátil, celular, y otros usos comunes.

2.2 FORMULACION DEL PROBLEMA.

¿Es posible diseñar e implementar un sistema de generación eléctrica por movimiento circular uniforme que incentive el uso de energías alternativas, así como también a realizar ejercicio físico que aporte beneficios a la salud. Contribuya a la gran demanda energética actual. ?

2.3 SISTEMATIZACIÓN

¿Qué características del sistema mecánico se requieren para un buen funcionamiento del sistema de generación eléctrica?

¿Qué sistema será el más eficiente para el almacenamiento de la energía eléctrica producida?

¿Qué variables de tiempo y carga se deben analizar?

¿Qué comportamiento tendrá el sistema en su funcionamiento real, en cuanto a su capacidad de generación eléctrica?

¿Qué mecanismos se podrán utilizar para generar un mayor impacto social frente a esta aplicación?

3. JUSTIFICACION.

Se busca implementar un sistema tecnológico que permitan aprovechar al máximo la eficiencia de las tecnologías de generación eléctrica, para de esta manera aportar a la gran demanda energética del mundo, al aplicar este sistema de generación eléctrica por medio del movimiento mecánico (circular uniforme), se desea hacer uso de tecnologías disponibles en la cotidianidad de nuestras vidas. La vida en la actualidad sería imposible sin los sistemas de generación eléctrica, puesto que son utilizados en el crecimiento y desarrollo mundial, permitiendo el avance poblacional, fortalecimiento de la economía e industria y todo aquello que requiere energía eléctrica, por tal motivo el aplicar sistemas de generación eléctrica alternativa o renovable diferentes a los métodos convencionales, como lo son la hidráulica, térmica, mareomotriz y nuclear, representan para la sociedad soluciones reales e inagotables a la problemática de la actualidad.

En el país los procesos de generación de energía eléctrica alternativas permanecen aún inaccesibles debido a los costos que se requieren para sus instalaciones, pretendemos desarrollar e impulsar la generación de energía eléctrica partiendo de un mecanismo creado en el año 1839 por el Herrero escocés Kirkpatrick Macmillan, se llamó la bicicleta. Al utilizar el sistema de transmisión a pedales podríamos generar energía con bajos costos en su implementación y ayudar a la economía de quienes la utilicen, además de tener en cuenta que el ciclismo es una actividad común, saludable y ecológica. Imaginarse un mundo auto sostenible energéticamente sería posible, tener disponible una fuente de energía eléctrica, sin importar su sistema de generación pero sin obviar el principio de energía alternativa será el reto social que aportara a un mejor futuro mientras estemos a tiempo.

Se espera que este sistema de generación eléctrica contribuya de manera notable en todos los procesos que demanden electricidad, enfocando su implementación en lugares de mayor afluencia poblacional tales como, universidades, centros comerciales y estaciones de transporte, por otra parte recibir un apoyo de los entes ambientales y gubernamentales para una producción en masa con continuas mejoras en su funcionamiento.

4. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL.

Diseñar e implementar un sistema de generación de energía eléctrica por movimiento circular uniforme.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Determinar las características mecánicas del sistema generador para hacerlo dinámico y práctico en su instalación.
- Analizar y definir el sistema para el almacenamiento de la energía eléctrica.
- Establecer tiempos de operación en función de la capacidad y rendimiento de los sistemas de almacenamiento.
- Realizar las diferentes pruebas del sistema de generación para verificar su funcionamiento en su implementación.
- Analizar datos estadísticos o estudios que permitan tener una referencia del impacto social en cuanto a la implementación del sistema de generación eléctrica.

5. MARCO REFERENCIAL.

5.1. MARCO HISTORICO.

Los sistemas de generación eléctrica han sido fundamentales el desarrollo social e industrial de la humanidad, en donde la electricidad hace parte de todos los sistemas que involucran un proceso de control, fortaleciendo la producción y el desarrollo de ellos, según (CENTRO DE INVESTIGACIONES ENERGETICAS, 2008) “La energía hidráulica es la fuente renovable de electricidad más importante y más utilizada en el mundo. Representa un 19% de la producción total de electricidad”¹, en Colombia según (energía, 2014) la unidad de planeación minero energética (UPME) las centrales hidroeléctricas tienen una participación mayoritaria con el 64.1% [2] sin embargo es claro que estas implementaciones poco a poco deterioran y aumentan el impacto ambiental, por ello como seres humanos siempre estamos a la expectativa y en busca de soluciones a las necesidades que enfrentamos en muestran vidas, contribuir con la demanda de energía actual con métodos diferentes siempre será la mejor opción para evitar y detener el gran deterioro ambiental.

la implementación de energías renovables no han logrado su mayor desarrollo, aun siendo un territorio con grandes características que permitirían obtener excelentes resultados, “En Colombia (medellin, 2008) existe una central eólica en operación en el Sistema Interconectado Nacional, gracias a la decisión de inversión en el proyecto piloto Jepírachi, un parque eólico ubicado en La Guajira, en donde según la revista eólica y del vehículo eléctrico tiene una potencia nominal de 19.5 MW y hace parte de un programa de investigaciones para el desarrollo futuro de esta tecnología en Colombia. “ (electrico, 2014)

En Colombia la implementación de la bicicleta ha trascendido más allá en cuanto a la perspectiva que podemos dar a su principio de funcionamiento y su utilización, según la secretaria de movilidad, Solo en Bogotá entre “ el 2005 y 2011 aumentó el número de viajes que diariamente se hacen en bicicleta, pasando de 285 mil a 450 mil” (bogota, 2011) se podría aprovechar esta actividad para enfocarlo desde otro punto de vista, fortaleciendo el deporte y al mismo tiempo lograr generar energía alternativa. Según investigadores asistentes al seminario Desarrollo sostenible e integral de movilidad. Miradas de Europa y América Latina, los vehículos se han apoderado del espacio público por lo que es urgente recuperarlo para las personas, Eduardo Behrentz decano de la faculta de ingeniería de la universidad de los andes señaló que cada año los vehículos solo en Bogotá emiten cinco millones de toneladas de dióxido de

carbono a la atmósfera, lo que representa una gran contaminación, se ha investigado sobre sistemas de generación eléctrica por movimiento circular uniforme o dicho de otro modo a pedal y se ha encontrado que se han desarrollado proyectos en los cuales se instalan estos sistemas para bicicletas en marcha, en gimnasios en donde básicamente se aprovecha la energía de las bicicletas estáticas para este proceso.

5.1.1 HISTORIA DE LA BICICLETA.

La bicicleta ha sido desde mucho tiempo un medio de transporte en el mundo entero, su primer reporte de este sistema se realiza a finales del siglo VXIII, surgió de la mejora de un juguete en Francia en el año de 1791 y en general se constituía por un chasis rígido y dos ruedas en las que solo se podía desplazar en línea recta, en el año de 1817 el ingeniero alemán Karl Von Drais con sus estudios y diseños dio lo que parecía tener más aspecto de bicicleta, se llamaba la draisiana, está ya tenía la posibilidad de girar debido a una dirección y por ultimo solo hasta el año 1868 los hermanos Oliver diseñaron el sistema conocido en la actualidad, la bicicleta, sin embargo se continuaron con mejoras que terminaron con un diseño más ergonómico y definido.

5.2 MARCO CONTEXTUAL.

Pereira, Risaralda, Universidad tecnológica de Pereira, Programa de ingeniería Mecatrónica ciclo II.

5.3 MARCO TEORICO-CONCEPTUAL.

En el país los procesos de generación de energía eléctrica renovable permanecen aún inaccesibles debido a los costos que se requieren para sus instalaciones, pretendemos desarrollar e impulsar la generación de energía eléctrica partiendo de un mecanismo creado en el año 1839 por el Herrero escoses Kirk patrick Macmillan, se llamó la bicicleta. Al utilizar el sistema de transmisión a pedales podríamos generar energía con bajos costos en su implementación y ayudar a la economía de quienes la utilicen, además de tener en cuenta que el ciclismo es una actividad común, saludable y ecológica. imaginarse un mundo auto sostenible energicamente sería posible, tener disponible una fuente de energía eléctrica, sin importar su sistema de generación pero sin obviar el principio de energía alternativa será el reto social que aportara a un mejor futuro mientras estemos a tiempo.

Para crear el diseño de un proyecto de se debe recurrir a diferentes ramas de la ingeniería incluyendo (la mecánica, eléctrica, electrónica y en su defecto la ingeniería Mecatrónica cada una de ellas aporta fundamentos básicos necesarios para la creación del dispositivo o máquina, aprovechando al máximo la investigación y el análisis de todas las variables posibles desde las diferentes ramas ya mencionadas, facilitando el diseño, la inversión de tiempo e inversión financiera, además de tener un claro conocimiento de la funcionalidad del sistema a desarrollar y todas las normatividades que rigen al mismo.

5.3.1 GENERACION



Ilustración 1. Modelo de un sistema de generación eléctrica. Disponible en: <http://ecologismos.com/bicicleta-que-genera-energia-y-ensena-como-se-produce/>

1-Para poder producir energía eléctrica por medio del aprovechamiento de la energía mecánica que produce una bicicleta, se necesita aplicar una fuerza a los pedales del mecanismo para así poder hacer girar la rueda.

2- Por medio de una polea o una cadena se transmite el movimiento a la dinamo para producir la energía.

3- Será el dispositivo que ayudara a la generación de la energía eléctrica. La dinamo va a ir conectado a una batería

4- La energía eléctrica producida pueda ser almacenada de una manera correcta y así poder ser utilizada cuando sea necesario.

5- Tablero de visualización y de control el cual ayudara a que el usuario tenga conocimiento de la cantidad de energía que está produciendo.

5.3.2 TENSION. El voltaje o tensión de funcionamiento del sistema de generación eléctrica influye de manera directa sobre la capacidad y rangos de operación para sus diferentes cargas, la tensión nominal de trabajo RMS o valor efectivo para nuestra red colombiana y domiciliaria es de 127 voltios, por tal motivo al generar electricidad por medio de un sistema dinamo que genera un inducción electromagnética y a su vez tensión en función de la velocidad de rotación se debe tener en cuenta para la regulación en el punto de distribución y evitar daños o sobrecargas en los equipos conectados.

5.3.3 FUERZA. La fuerza es un factor muy importante, para producir un movimiento rotacional, lineal o de cualquier característica, es necesario aplicar una fuerza para producir una respuesta en el sistema mecánico, para realizar este movimiento rotacional y poder aprovechar la energía se utiliza un sistema plato-piñón que incluye una relación de transmisión definida por la siguiente expresión.

$$M=N/n$$

M= relación entre el número de dientes del piñón con el plato.

N= Numero de dientes del plato.

n= Numero de dientes del piñón.

5.3.4 VELOCIDAD. En la actualidad existen 3 tipos de dinamo o alternadores en los cuales varían sus diseños y modelos pero no sus características y principios de funcionamiento, es aquí donde la velocidad de giro es muy importante, es imposible lograr velocidades constantes en el pedaleo debido a la fuerza que se aplique al sistema plato-piñón, la frecuencia promedio de pedaleo o revoluciones por minuto es de aproximadamente 60 giros por minuto.

5.3.5 INTENSIDAD. En este orden de ideas la corriente en los dinamos varía en función de las revoluciones a las que esté operando y se debe utilizar reguladores de tensión e intensidad para limitarlos en su alimentación a las cargas.

5.3.6 TRANSFORMACION DE AC-DC. El almacenamiento de la energía eléctrica alterna no se puede realizar debido a que varía a través del tiempo y para poder realizarlo se debe convertir a energía eléctrica continua, en este proceso se involucran un gran número de sistemas electrónicos como lo son los controladores de carga que evitan la sobrecarga en las baterías y los inversores que transforman una señal AC en DC o viceversa, en estos procesos se generan señales no del todo estables que deben ser tratadas con rectificadores para eliminar las señales de rizado.

5.3.7 CARGA. Conocer la capacidad de carga o trabajo (watt) de las baterías en donde llega la energía producida por el sistema de generación es importante

en donde influyen la intensidad, tensión nominal de trabajo y los tiempos de operación o de pedaleo.

7. DISEÑO METODOLOGICO.

En este proyecto van a participar el Ingeniero Raúl Algeciras Arbeláez, y se va a hacer uso de los laboratorios: de Mecánica, en San Luis; de Modelos de la Escuela de Tecnología Mecánica y el taller de Mecánica de la Facultad de Ingeniería Mecánica, ubicados en la Universidad Tecnológica de Pereira.

Para cumplir las etapas de este proyecto se realizarán las siguientes actividades.

7.1 DETERMINAR LAS CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DEL SISTEMA GENERADOR PARA HACERLO DINÁMICO Y PRÁCTICO EN SU INSTALACIÓN.

7.1.1. Realizar el diseño del sistema de generación eléctrica en software 3D

7.1.2 Establecer el sistema de acople mecánico de mejor rendimiento para el funcionamiento del sistema

7.1.3 Realizar el cálculo de la relación de velocidades para el sistema generador.

7.2 ANALIZAR Y DEFINIR EL SISTEMA PARA EL ALMACENAMIENTO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA.

7.2.1 Definir el tipo de generador eléctrico o alternador.

7.2.2 Establecer que tipos de baterías existen en el mercado que puedan cumplir con las características de carga para el sistema de generación.

7.2.3 Establecer el tipo de inversor de corriente para la alimentación de los dispositivos eléctricos.

7.3 ESTABLECER TIEMPOS DE OPERACIÓN EN FUNCIÓN DE LA CAPACIDAD Y RENDIMIENTO DE LOS SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO.

7.3.1 Realizar un diagrama de flujo para definir la lógica en el funcionamiento del sistema.

7.3.2 Definir la potencia que se logra en función del tiempo y velocidad de pedaleo.

7.4. REALIZAR LAS DIFERENTES PRUEBAS DEL SISTEMA DE GENERACIÓN PARA VERIFICAR SU FUNCIONAMIENTO EN SU IMPLEMENTACIÓN.

7.4.1 Implementar el sistema de generación eléctrica sometiéndole a cargas eléctricas para inspeccionar su completo funcionamiento.

7.5. ANALIZAR DATOS ESTADÍSTICOS O ESTUDIOS QUE PERMITAN TENER UNA REFERENCIA DEL IMPACTO SOCIAL EN CUANTO A LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE GENERACIÓN ELÉCTRICA.

7.5.1 Desarrollar el análisis de la inversión financiera.

7.5.2 Definir el impacto social en las diferentes áreas de su aplicación.

8. RESULTADOS

8.1 DETERMINAR LAS CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DEL SISTEMA GENERADOR PARA HACERLO DINÁMICO Y PRÁCTICO EN SU INSTALACIÓN.

8.1.1. Realizar el diseño del sistema de generación eléctrica en software 3D

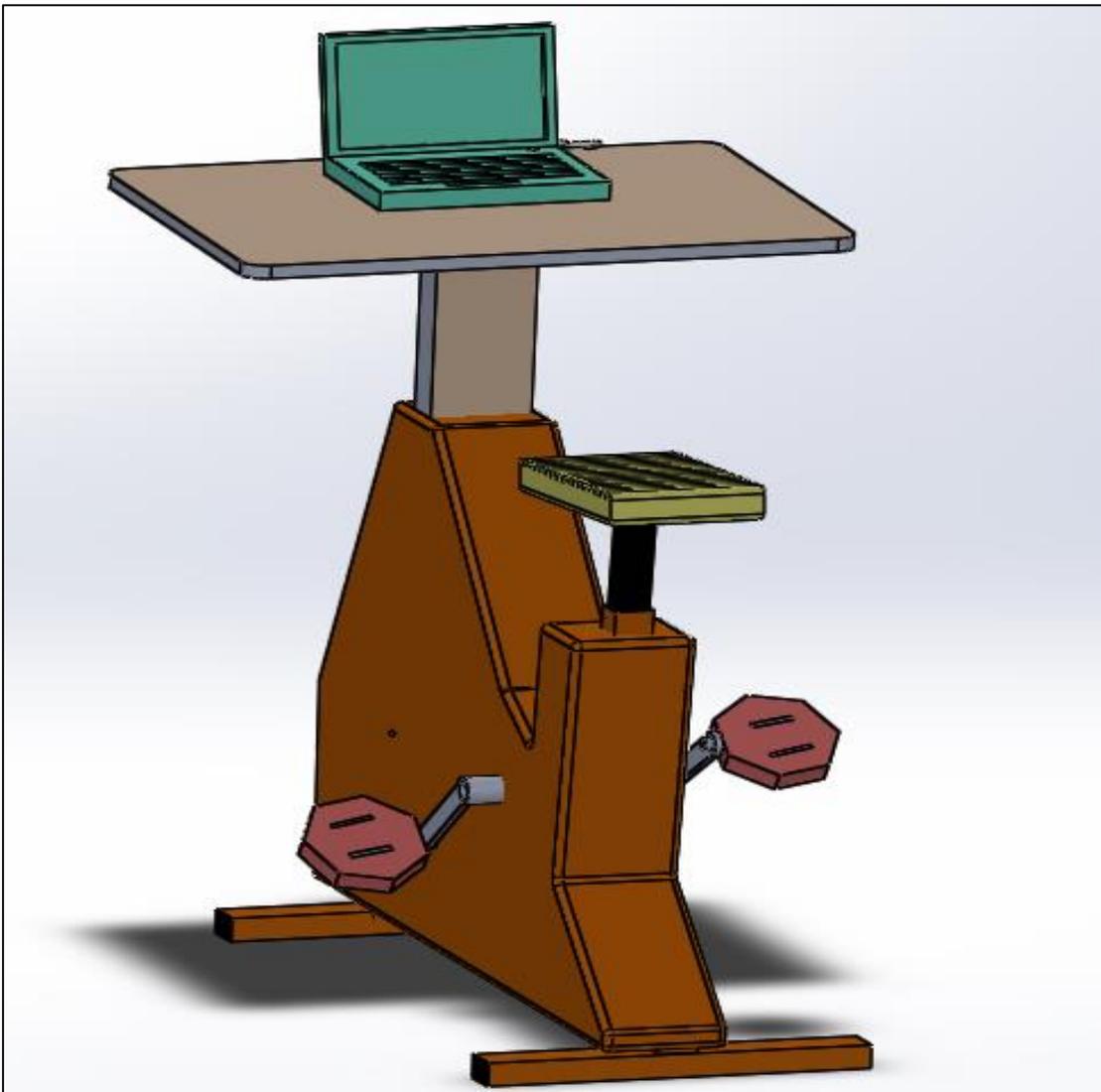


Ilustración 2. Diseño del sistema de generación eléctrica en solid Works.
Disponible en: Fuente propia.

El diseño del sistema de generación eléctrica fue desarrollado con la herramienta de modelado 3D solid Works, como se observa en la ilustración 2, este sería el prototipo a construir.

Para la determinación del tipo de materiales que se deben implementar se realizó el siguiente análisis, basado en la estructura de una bicicleta convencional, los materiales que se implementaran son los siguientes.

8.1.1.1 Estructura o soporte.

El cuadro de una bicicleta está diseñado para soportar esfuerzos considerables, por ende su diseño debe ser equilibrado, el aluminio es el material más adecuado para el desarrollo del sistema, sin embargo este material tiene un costo elevado, por lo que se elige el chasis de una bicicleta estática y someterla a las modificaciones de diseño.

8.1.1.2 Escritorio o apoyo.

El material más práctico para el soporte de escritorio del sistema debe ser madera MDF (Madera del futuro), este tipo de madera es de tipo comercial en los centros de venta, su duración ante ambientes húmedos es aceptable y sus costos no son elevados.

8.1.1.3 Silla de ubicación.

Es claro que la posición ergonómica es fundamental para la comodidad en el funcionamiento del sistema de generación eléctrica, para ello se implementa un tipo de silla que brinda estas condiciones, el objetivo es que sin importar la talla de la persona al tomar posición no se restrinja por el diseño del sistema de generación.

8.1.1.4 Plato de transmisión.

Es el elemento propulsor de la transmisión del sistema, se encarga de convertir el movimiento recíproco de las piernas en velocidad rotacional que en función de sus diámetros o número de dientes disminuye o aumenta la velocidad en el piñón de arrastre.

8.1.1.4 Pedales de transmisión de energía.

Tienen la función de transmitir la energía de las piernas al plato, su estructura brinda el apoyo a los pies del tripulante y sus materiales son de alta densidad como el aluminio o materiales compuestos.

8.1.1.4 Cadena por rodillos.

Es uno de los elementos de transmisión de potencia entre ejes más utilizados por su rendimiento y eficiencia, se compone por eslabones de materiales de alta resistencia al desgaste por fricción y a la tracción.

8.1.1.4 Piñón.

Recibe la energía de la cadena y es el elemento conducido por la relación de transmisión que puede alcanzar velocidades mayores o menores.

8.1.2 Establecer el sistema de acople mecánico de mejor rendimiento para el funcionamiento del sistema

El acople es un dispositivo que está conformado por un generador eléctrico AC y todo el sistema mecánico que genera el movimiento de inercia.

El comportamiento en la velocidad de pedaleo se caracteriza por permanecer entre un 80% del tiempo entre 60 rpm y 80 rpm.

La relación de diámetro entre el volante y el eje del generador es 1:10, se tiene que el generador deberá poder soportar velocidades entre 1200 rpm y 1800 la mayor parte del tiempo

Con los parámetros anteriores, se analizaran los siguientes sistemas de acoples.

8.1.2.1 Acople directo.

Permite la conexión entre el volante de cualquier bicicleta o sistema similar con el eje del generador que por lo general suele ser un motor AC.



Ilustración 3. Acople directo. Disponible en: <http://recursosbiblioteca.utp.edu.co/dspace/bitstream/11059/5417/1/5372L864.pdf>

Se opta por diseñar y elaborar la polea de material empac, es un material que tiene la resistencia mecánica para el esfuerzo que realizara el eje del alternador con la volante, este acople de mecaniza con procesos de torno convencional.



Ilustración 4. Acople en el eje del alternador. Disponible en: Fuente propia.

8.1.2.2 Adaptación de la volante.

La volante desempeña una función importante, es la encargada de transmitir la energía generada por los pedales a el eje del alternador, por su característica propia su material de hierro fundido no permite un coeficiente de fricción alto con respecto a la polea del eje del alternador, por ende se decide utilizar como elemento de fricción y lograr evitar el deslizamiento un material como el cuero utilizado en procesos de fabricación de correas o bolsos, obsérvese la siguiente ilustración.

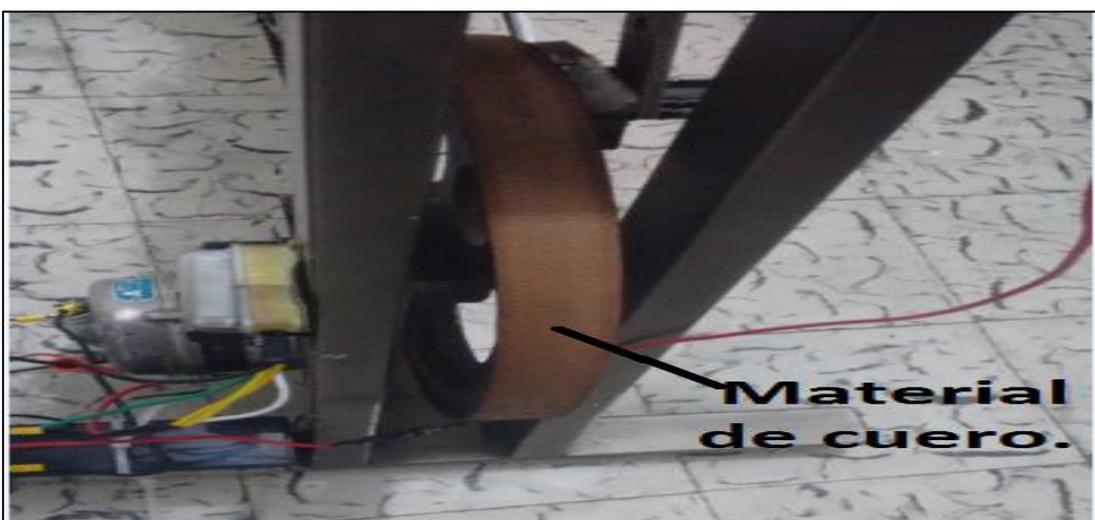


Ilustración 5. Recubrimiento de cuero a la volante. Disponible en: Fuente propia.

La volante de inercia permite almacenar energía cinética lo que disminuye el esfuerzo a la rotación, una vez se venza la inercia al giro se reduce la variación de la velocidad angular

8.1.3. Realizar el cálculo de la relación de velocidades para el sistema generador.

El funcionamiento mecánico de la bicicleta requiere de un movimiento simple de pedaleo con las piernas, según (Reyes, 2011) la potencia promedio generada por una persona se encuentra entre 270 w a 400 w, observe la figura.

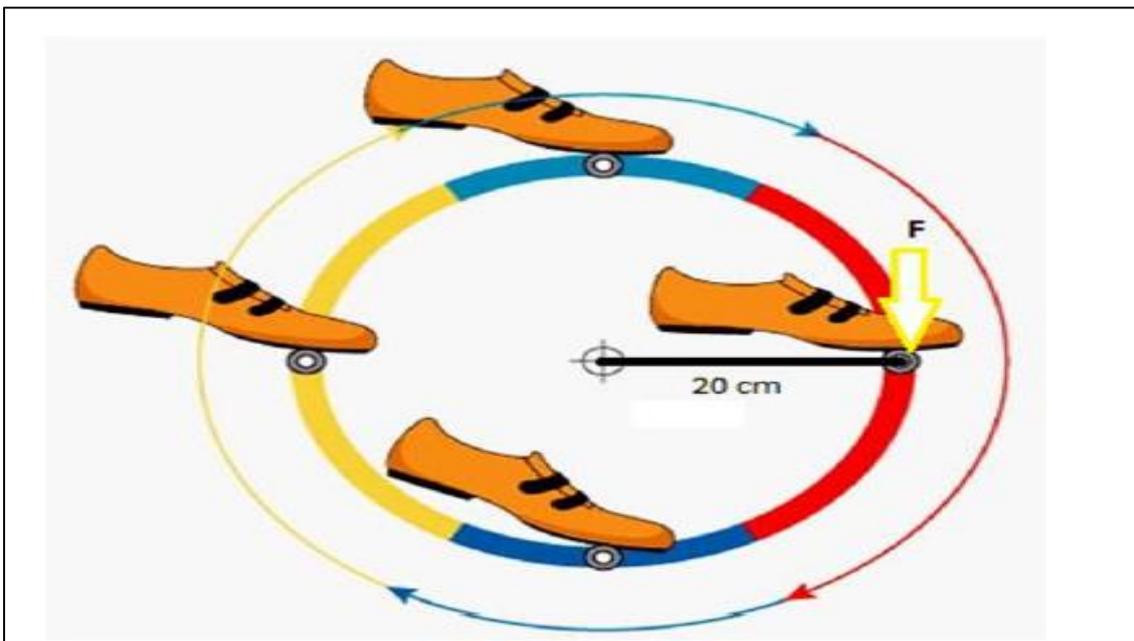


Ilustración 6. Esquema de la fuerza del pedal, Disponible en: <http://repositorio.uis.edu.co/jspui/bitstream/123456789/3045/2/142390.pdf>

El par generado por la fuerza en el pedaleo está dado por la siguiente expresión.

$$T = F \times d \quad (1)$$

$$P_m = T \times W \quad (2)$$

La fuerza promedio que pueden aplicar los adultos es 294,3 N (Osorio, 2007) ; por lo tanto, el par sería de 58,86 N.m.

De acuerdo con la ecuación (2), si se logra una velocidad angular de una rpm o 6,2832 rad/s, la potencia alcanzada sería 0.5 HP, de esta manera se alcanzaría una potencia de 370 w.

$$P = T * W$$

$$P = 58,86 [N.m] * 6,2832 [Rad/s]$$

$$P = 370 \text{ [watt]}$$

8.1.3.1. Características sobre el desempeño del acople y generador

Las velocidades del eje generador y del volante de la bicicleta están relacionadas a partir de sus diámetros de siguiente forma.

La siguiente ilustración muestra el proceso de transmisión de velocidad desde el pedal hasta el eje generador, la velocidad varía de acuerdo con los diámetros de cada uno de los componentes y de la velocidad del tripulante.

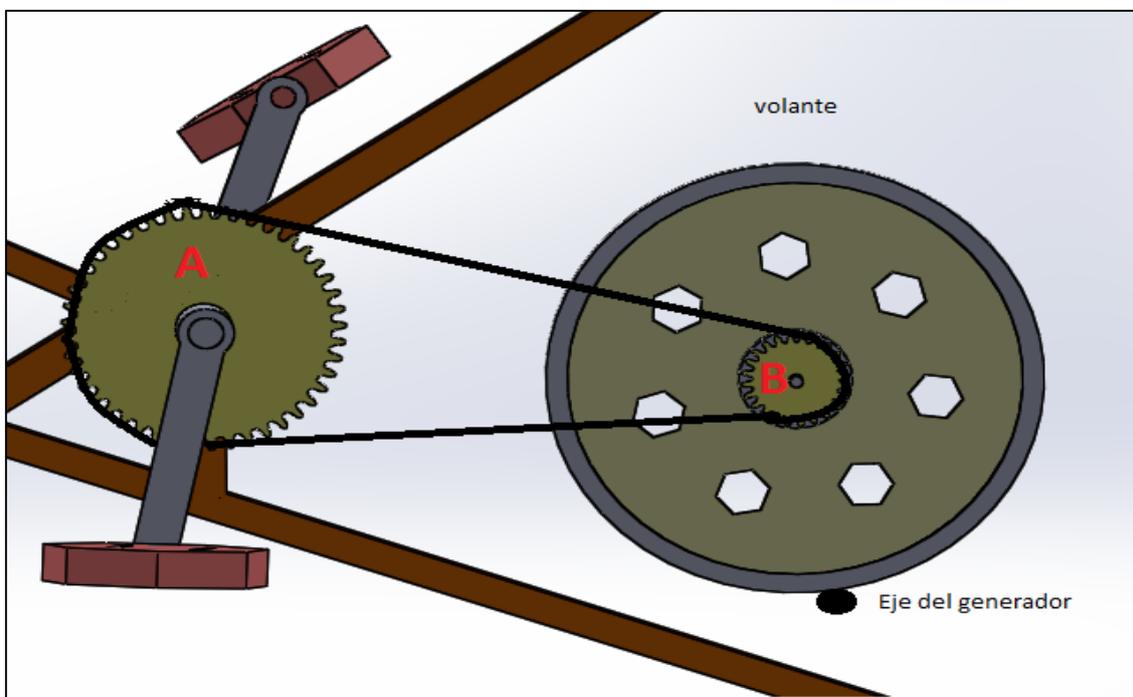


Ilustración 7. Transmisión de velocidad. Disponible en: Fuente propia

La ilustración 7, nos permite observar que con la potencia aproximada de 270 a 400 [W] se logra generar una velocidad de 1200 - 1800 rpm.

La expresión matemática que nos permite calcular las velocidades de funcionamiento es la siguiente (MECANISMOS., s.f.).

$$N1D1 = N2D2$$

$N1$ = Velocidad angular en A.

$D1$ = Diámetro del Elemento A.

$N2$ = Velocidad angular en B.

$D2$ = Diámetro del elemento B.

Realizando los cálculos tenemos que:

La velocidad promedio con la que se ha diseñado el sistema de generación eléctrica oscila entre 60 y 70 rpm, esta velocidad se generara por medio del pedaleo en condiciones normales y sin esfuerzo.

Número de personas.	[RPM]
1	56
2	64
3	62
4	71
5	65
6	60
7	62
8	62
9	58
10	62
11	67
12	57
promedio	62,16

Tabla 1. Velocidades de 12 personas en condiciones normales y sin esfuerzo.

Datos del sistema de transmisión mecánica:

$Z1$ en A = 48 dientes

$N1$ en A= 62 rpm

$Z2$ en B= 18 dientes

$N2$ en B = hallar.

Se procede a calcular la velocidad en B:

$$N2 = \frac{N1 * Z1}{Z2}$$

$$N2 = \frac{65 [rpm] * 48}{18} = 165,33 [rpm]$$

Una vez calculada la velocidad en B de 162.5 rpm se procede a calcular la velocidad en el eje del alternador, se debe tener en cuenta que la volante y el elemento B giran a la misma velocidad ya que ambas se encuentran en el mismo eje mecánico.

Velocidad en el eje del alternador:

$N2$ = velocidad en el eje del alternador

$N1$ = velocidad de la volante.

$D1$ = diámetro de la volante

$D2$ = diámetro del eje del alternador.

$$N2 = \frac{165,33 [rpm] * 35 [cm]}{4 [cm]} = 1446,66 [rpm]$$

8.2 ANALIZAR Y DEFINIR EL SISTEMA PARA EL ALMACENAMIENTO DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA.

8.2.1 Definir el tipo de generador eléctrico o alternador.

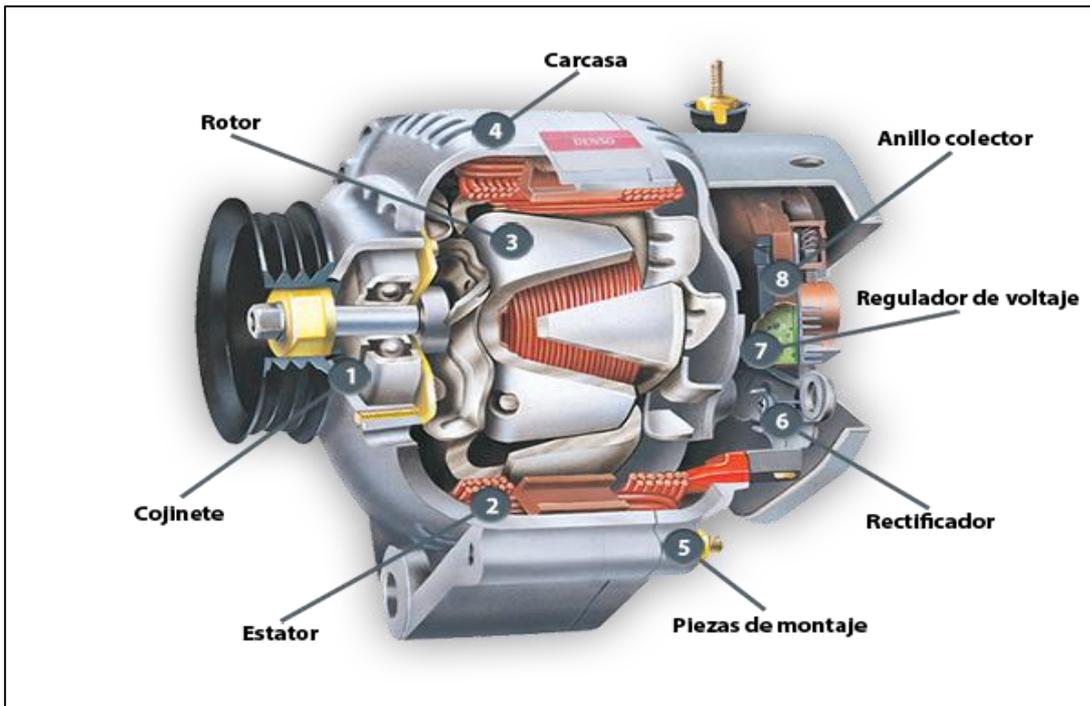


Ilustración 8. Alternador eléctrico. Disponible en <http://autastec.com/blog/organos-elementos/de-la-dinamo-al-alternador/>

Un alternador es una máquina eléctrica, capaz de transformar energía mecánica en energía eléctrica, generando una corriente alterna mediante inducción electromagnética.

Los alternadores están fundados en el principio de que en un conductor sometido a un campo magnético variable crea una tensión eléctrica inducida cuya polaridad depende del sentido del campo y el valor del flujo que lo atraviesa.

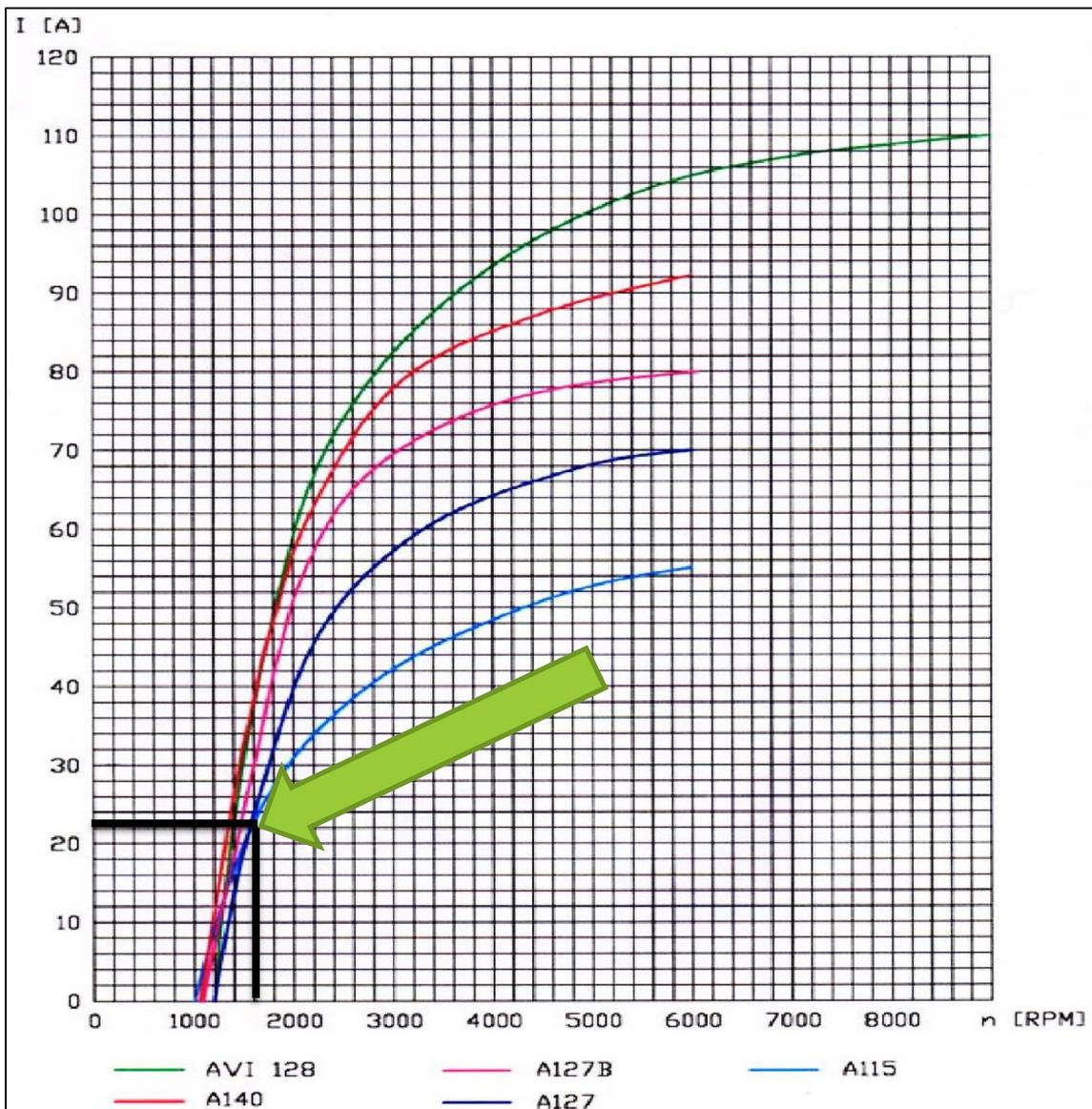


Ilustración 9. Curva típica del alternador estabilizado. Disponible en: http://www.indiel.com.ar/images/catalogos/2010/Catalogo_INDIEL_Alternadores.pdf

Analizando la ilustración 9, tenemos que a una velocidad promedio de 1600 rpm el alternador A115 nos desarrolla una corriente de 22,5 [A], corriente ideal y suficiente para la potencia del sistema.

Si se elige implementar un alternador de 24 v, se obtendrían problemas en cuanto a las velocidades mínimas de funcionamiento, para el análisis siguiente se tomara la potencia mínima generada de 270 [W]:

$$Corriente\ de\ salida = \frac{Potencia\ promedio}{tension\ de\ salida\ del\ alternador.}$$

$$\text{Corriente de salida} = \frac{290 \text{ W}}{24 \text{ V}} = 9,3 \text{ A}$$

Realizando los cálculos para determinar la corriente de salida del alternador, la velocidad de rotación del alternador sería aproximadamente de 1400 [RPM] como se observa en la figura 5, la cual es muy baja por estar muy cerca a la velocidad mínima de funcionamiento.

Al trabajar con un alternador de 12 [V], la corriente de salida promedio sería de entre 24,1 [A]

$$\text{Corriente de salida} = \frac{\text{Potencia promedio}}{\text{tension de salida del alternador.}}$$

$$\text{Corriente de salida} = \frac{290\text{W}}{12 \text{ V}} = 24.16\text{A}$$

Con la corriente de salida generada por el alternador, la velocidad de rotación promedio del sistema oscilaría entre 1.200 y 1.800 RPM, esta velocidad depende del tipo de alternador, por esta razón se escoge el siguiente alternador.

ALTERNADOR A115

- Tensión regulada ajustada según requerimiento de la Terminal
Tensão regulada ajustada segundo requerimento da Montadora
- Temperatura ambiente de trabajo: -40°C / 100°C
Temperatura ambiente de trabalho: -40°C / 100°C
- Velocidad máxima continua : 13000 RPM
Velocidade máxima continua : 13000 RPM
- Velocidad máxima transitoria: 16000 RPM
Velocidade máxima transitória: 16000 RPM
- Zona de escobillas protegida contra el ingreso de polvo
Zona de escovas protegida contra ingresso de poeira
- Larga vida de escobillas y rodamientos
Longa vida de escovas e rolamentos
- Regulador con Tecnología de montaje superficial
Regulador com Tecnologia de montagem superficial
- Capacitor externo supresor de ruido
Capacitor externo supressor de ruído
- Ventiladores de giro horario y anti-horario
Ventoinhas de giro horário e anti-horário

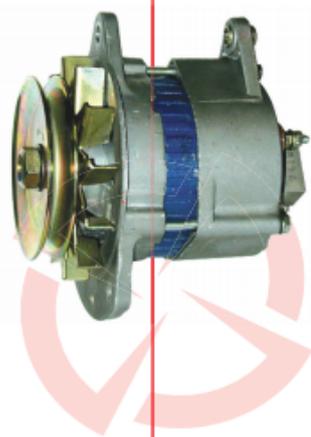


Ilustración 10. Característica de los alternadores indiel A115, Disponible en: [http://www.indiel.com.ar/images/catalogos/2010/Catalogo_INDIEL_Arranques.p df](http://www.indiel.com.ar/images/catalogos/2010/Catalogo_INDIEL_Arranques.pdf)

Al utilizar alternadores de 12[V], y en específico el tipo A115, se puede garantizar la curva con menor pendiente para una velocidad de funcionamiento más baja y una velocidad promedio de 1400 [RPM].

8.2.2 Establecer que tipos de baterías existen en el mercado que puedan cumplir con las características de carga para el sistema de generación.

8.2.2.1 Analizar y definir el sistema para el almacenamiento de la energía eléctrica.

Las baterías o acumuladores son dispositivos capaces de almacenar energía eléctrica en forma de energía química, estas vienen compuestas por diferentes materiales químicos los cuales son los encargados de cumplir las diferentes funciones en el almacenaje y entrega de la energía eléctrica.

A la hora de almacenar la energía eléctrica generada, es importante poder conocer cuales tienen que ser las características de estas para obtener un óptimo funcionamiento del sistema. En la industria existen diferentes tipos de baterías las cuales están construidas para suplir las diferentes necesidades. Una de las principales características de las baterías y es de vital importancia tener en cuenta a la hora del cuidado y la vida útil de los acumuladores, es la profundidad de descarga a la que van a ser sometidas. La profundidad de descarga es el valor en porcentaje de la cantidad de energía que ha sido demandada por un sistema.

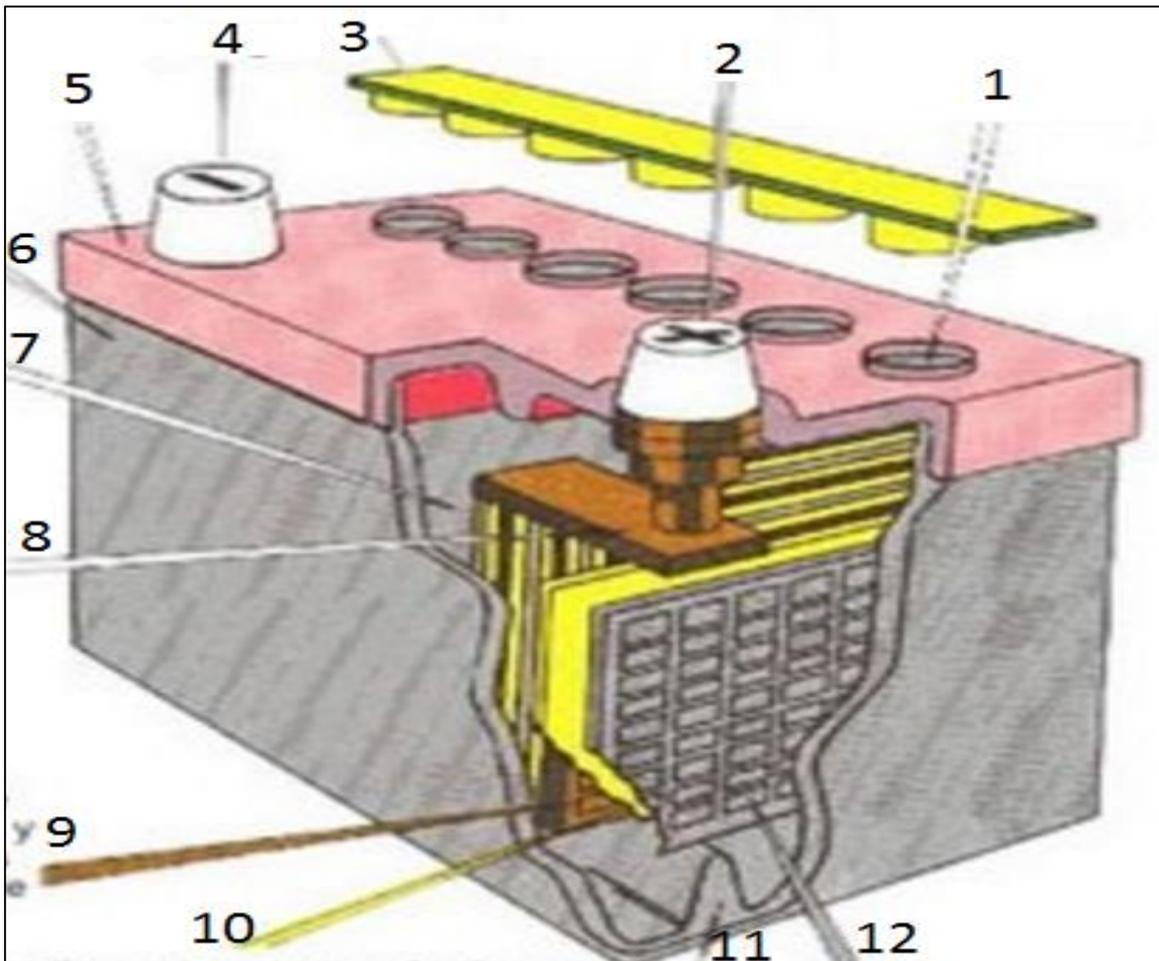


Ilustración 11. Características constructivas de una batería, disponible en: <http://www.areatecnologia.com/baterias-y-acumuladores.htm>

ORIFICIO (1): Por donde se efectúa el llenado y el nivel de control de electrolito.

BORNE POSITIVO (2): Es por lo general más ancho que el borne negativo para identificarlo más fácilmente.

TAPA DE PLASTICO (3): flexible que tiene agujeros para la salida de gases.

BORNE NEGATIVO. (4)

TAPA (5): de material plástico moldeado con soldadura hermética.

RECIPIENTE (6): de material plástico moldeado dividido por tres o seis elementos (uno por cada elemento).

ELECTROLITO (12): Mezcla de ácido sulfúrico y agua destilada que cubre las placas en cada elemento.

PUENTE (9): de enlace para un grupo de placas.

PLACAS POSITIVAS (10): Se componen de una armadura de aleación de plomo y constan de gran cantidad de mallas que forman compartimientos llenos de pentóxido de plomo.

SEPARADORES (8): Van dispuestos entre cada placa para evitar los cortocircuitos, y deben dejar que el electrolito circule libremente y ser de constitución química tal, que sean resistentes al ácido del electrolito. Son de material plástico.

Los residuos de las reacciones químicas se depositan en el fondo del recipiente entre los apoyos de las placas, que forman las cámaras de decantación.

PLACAS NEGATIVAS (7): Todas las placas se componen de una armadura de aleación de plomo, y constan de gran cantidad de mallas que forman compartimientos llenos de plomo activo.

8.2.2.2 Establecer que tipos de baterías existen en el mercado que puedan cumplir con las características de carga para el sistema de generación.

Para este sistema no es conveniente utilizar baterías de auto ya que las cargas y descargas que se dan constantemente reducirían considerablemente su vida útil. Las baterías de los autos están diseñadas para entregar altas corrientes por periodos de tiempos muy cortos, por ejemplo en el arranque del motor, y la energía es restablecida rápidamente gracias al alternador. (Hella., s.f.)

Para un sistema donde se va a estar descargando constantemente, es conveniente utilizar baterías de ciclo profundo ya que estas garantizaran que las baterías no se vayan a desgastar y vayan a perder propiedades técnicas. Las baterías de ciclo profundo poseen placas reforzadas para evitar su desgaste prematuro y estas permiten soportar mejor la exigencia del ciclado.

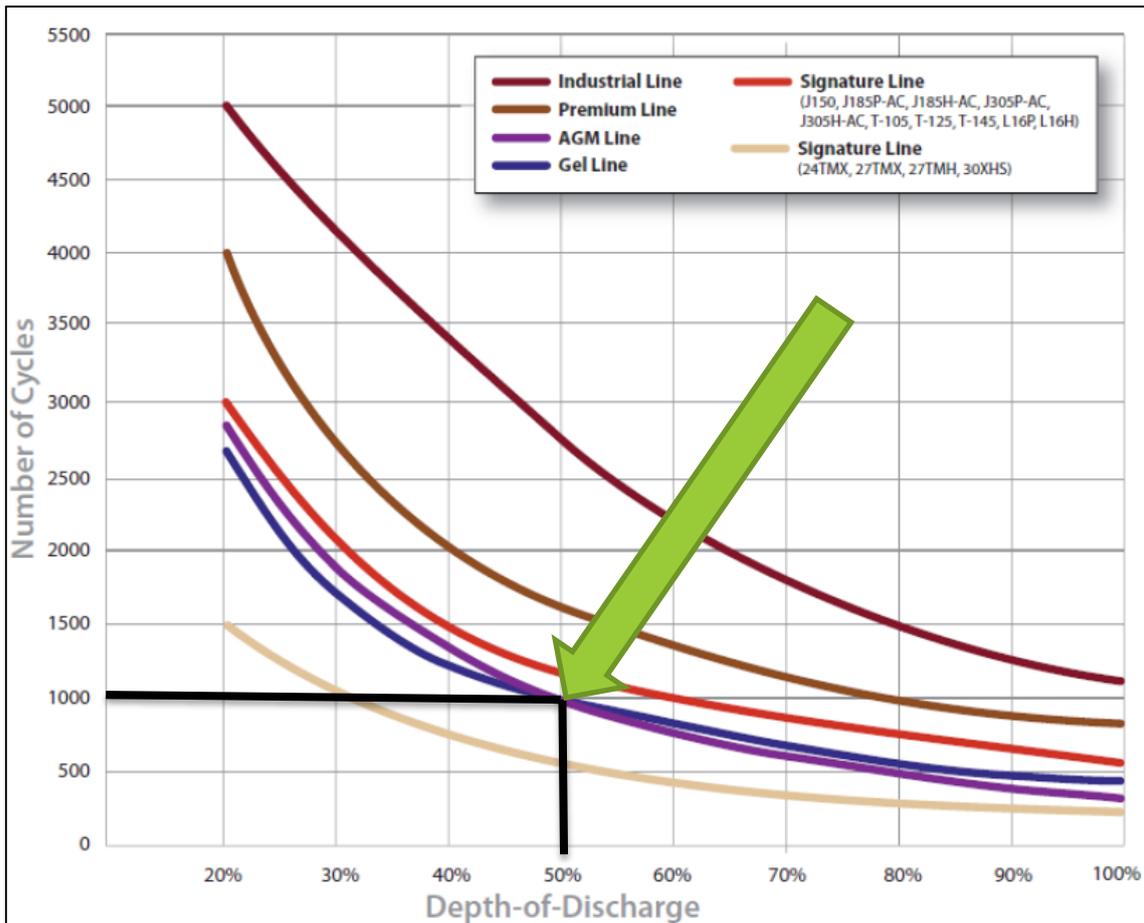


Ilustración 12. Vida útil, medida en cantidad de ciclos, en función de la profundidad de descarga, Disponible en: <https://rdu.unc.edu.ar/bitstream/handle/11086/1340/Dagostino%20Alexis%20-%20PI.pdf?sequence=1>

Según (D'AGOSTINO, febrero, 2014) "La batería de ciclo profundo es aquella que ha sido especialmente diseñada para operar en ciclado de profundidad superior a 50%."

La profundidad de descarga determinara la vida útil de la batería puesto que entre más grande sea la profundidad de descarga de la batería, menor va a ser la cantidad de ciclos de carga y descarga que esta soportara. (Cavassasi)

En la ilustración 10 se analiza el comportamiento de una batería tipo AGM, que son baterías selladas tipo plomo-acido, si el ciclado de profundidad de descarga es igual o menos al 50% tenemos que el número de ciclos de vital útil de la batería antes de empezar a fallar sería de 1000.



Ilustración 13 Batería seca, tipo gel. Disponible en: Fuente Propia

La ilustración 13 muestra la batería responsable del almacenamiento de la energía eléctrica producida con una capacidad de 40 [Ah].

8.2.3. Establecer el tipo de inversor de corriente para la alimentación de los dispositivos eléctricos.

El inversor de corriente, permitirá convertir la corriente continua en corriente alterna para de esta manera poder alimentar cargas de esa característica, a continuación observemos el consumo de los equipos electrónicos comunes.

Elemento	Watt/ Hora
Computador portátil	150- 180
Celular	8.64 – 10
Impresora	120-140
Modem	42-55

Tabla 2. Consumó promedio de equipos electrónicos

El diseño del alternador integra el rectificador para obtener a su salida una tensión directa y así poder iniciar el proceso de almacenamiento de energía eléctrica en las baterías.

Observemos la figura 16 del inversor de corriente con capacidad de 400 Watt.



Ilustración 14. Inversor de corriente, Disponible en: <http://wificentro.cl/accesorios-para-notebooks/64-inversor-de-corriente-ac220vusb.html>

8.2.3.1 Función del rectificador.

Una vez el alternador alcanza su velocidad de operación genera una tensión alterna, es aquí en donde el sistema rectificador realiza su trabajo, el puente de diodos tiene la función de convertir la señal generada en tensión directa, observemos la ilustración.

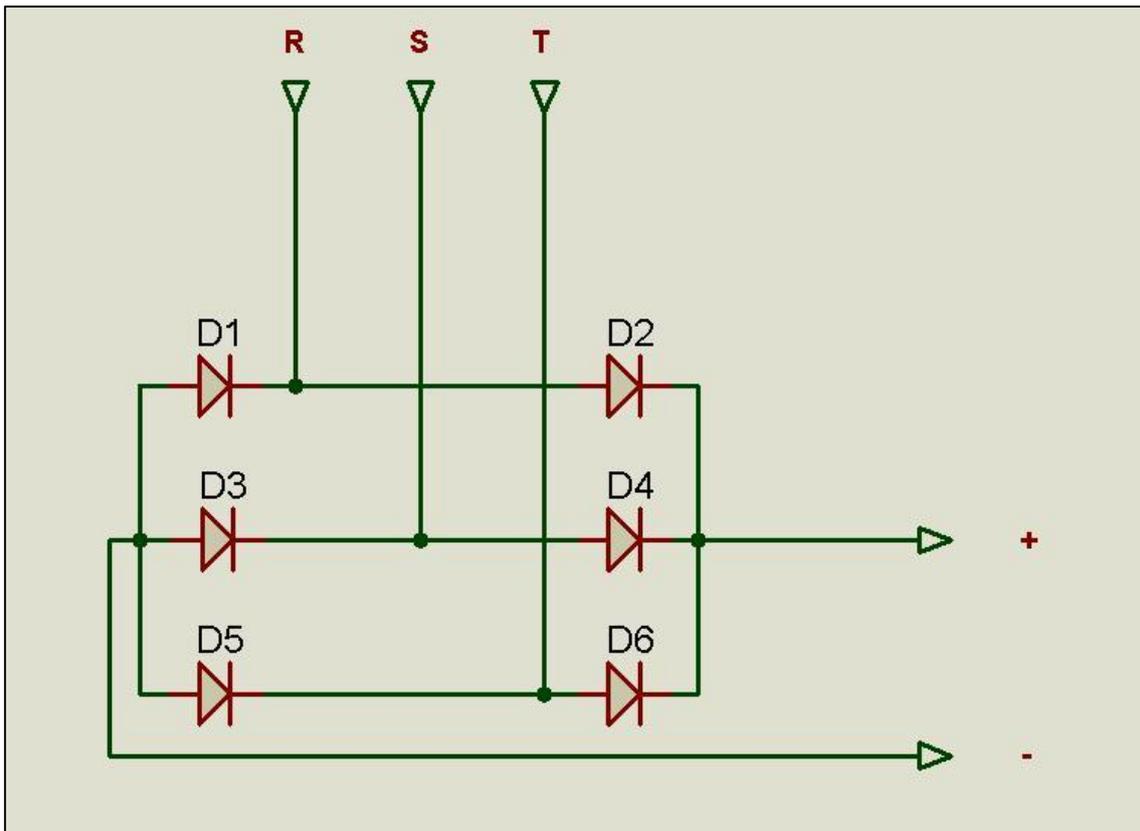


Ilustración 15. Puente rectificador, Fuente propia.

Como se observa en la ilustración 15, las señales de entradas generadas son R, S, T y al circular por la configuración de diodos obtenemos a la salida una señal directa con bornes positivo y negativo.

8.2.3.2 Función del regulador.

El regulador de tensión, es un elemento muy importante puesto que mantiene el nivel del tensión ideal para el uso de la batería, el rango de carga para una batería debe permanecer entre 12,5 y 13,5 voltios DC (Torres, 2012), el regulador CR-540-B 0214, de la fábrica Motorcraft electronic garantizara este régimen de carga permanente, observemos la ilustración siguiente.



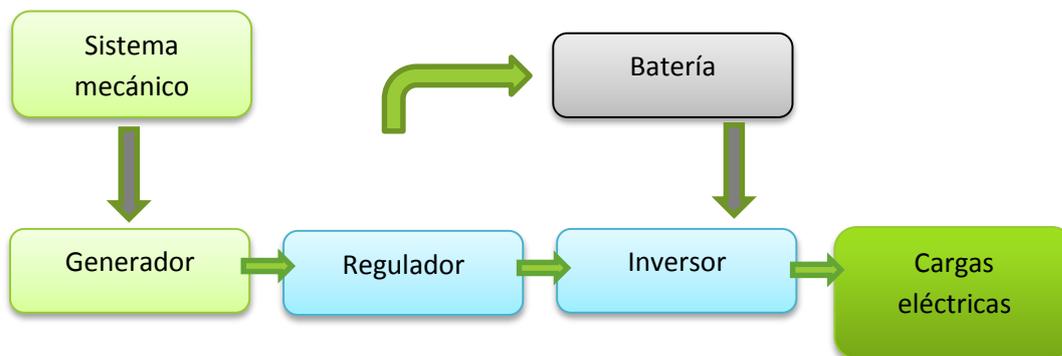
Ilustración 16. Regulador de tensión, Fuente propia.

El regulador de voltaje, ilustración 16, tiene una conexión característica por medio de 4 pines que representan la siguiente simbología IASF.

- 1) I: Indicador de luz de la carga.
- 2) A: Tensión que llega al regulador proveniente del alternador.
- 3) S: Es la tensión de referencia que toma el regulador para identificar si la intensidad de corriente es suficiente para encender la luz indicadora y si el campo de excitación es el correcto para el buen funcionamiento del alternador.
- 4) F: Es el excitador y viene del alternador, está conectado directamente sobre las escobillas del alternador y es el encargado de hacer que el alternador empiece a cargar.

8.3 ESTABLECER TIEMPOS DE OPERACIÓN EN FUNCIÓN DE LA CAPACIDAD Y RENDIMIENTO DE LOS SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO.

8.3.1 Realizar un diagrama de flujo para definir la lógica en el funcionamiento del sistema.



8.3.2 Definir la potencia que se logra en función del tiempo y velocidad de pedaleo.

Para la recolección de los datos se realizó una prueba a diez personas diferentes cada una con un tiempo de 3 minutos de actividad física o pedaleo, con un promedio de edad de 20 a 24 años de la comunidad universitaria, estas personas no tienen un alto rendimiento físico y se enmarcan dentro de niveles mediamente sedentarios.

La información recolectada se visualiza en la siguiente tabla donde se midieron las diferentes variables que están inmersas dentro sistema de generación eléctrica.

Numero De Datos	Tiempo [minutos]	Velocidad [RPM]	Tensión [V]	Corriente [A]	Potencia [W]
1	3 minutos	1456,5	12,7	4,23	53,72
2	3 minutos	1467,5	13,2	4,62	60,98
3	3 minutos	1470,23	13,1	4,57	59,86
4	3 minutos	1501,34	13,6	4,82	65,55
5	3 minutos	1467,23	13,3	4,60	61,18
6	3 minutos	1461,89	13,1	4,56	59,73
7	3 minutos	1512,44	13,9	4,91	68,24
8	3 minutos	1445,45	12,9	4,45	57,40
9	3 minutos	1409,18	12,8	4,41	56,45
10	3 minutos	1397,89	12,6	3,96	49,89

Tabla 3. Datos obtenidos de la prueba real del sistema generador.

Las velocidades en rpm de la tabla anterior fueron calculadas con la ayuda de un tacómetro digital las cuales se midieron en el eje del alternador.

Observemos la ilustración 17 de las primeras pruebas del sistema de generación eléctrica.

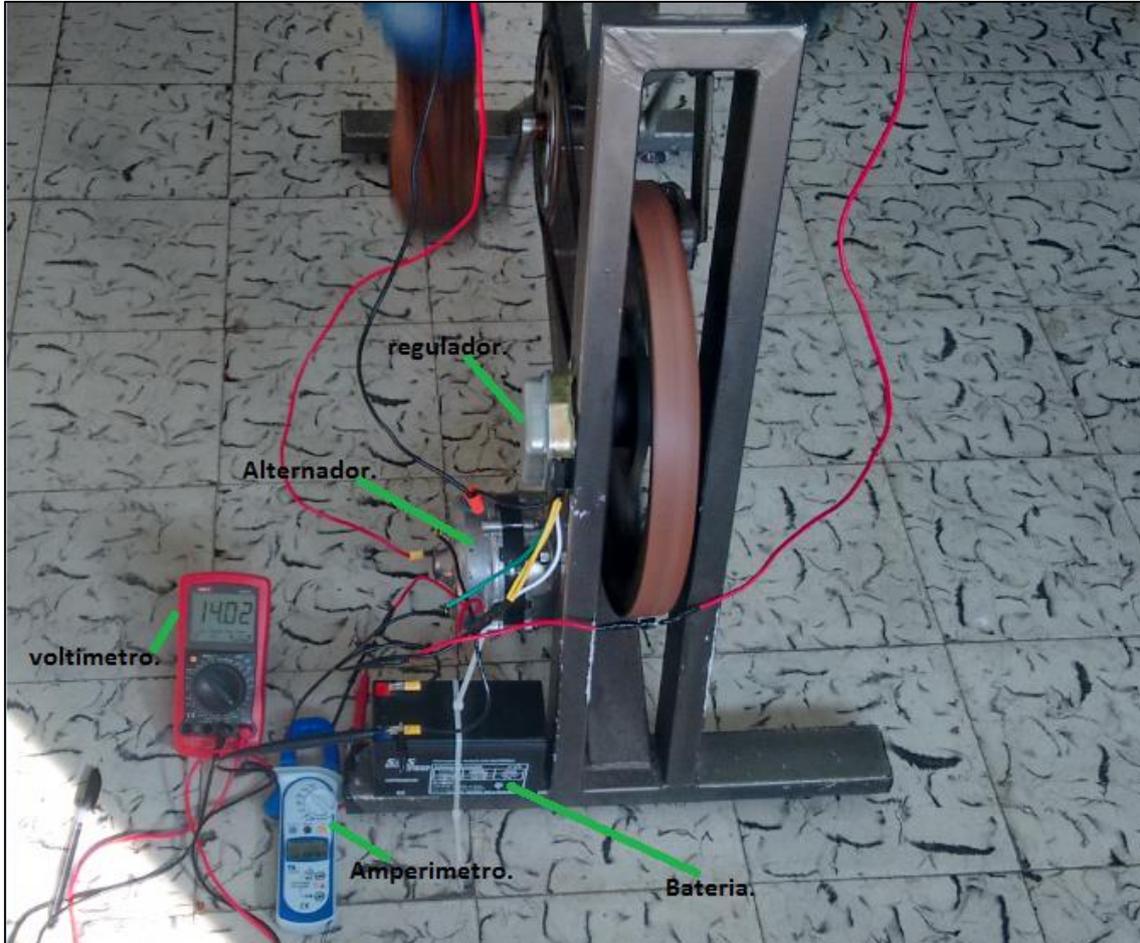


Ilustración 17. Pruebas del sistema de generación eléctrica. Disponible en: Fuente propia.

8.3.2.1 Grafica de tensión generada durante un tiempo de 3 minutos.

Tiempo cada 20 segundos.	Tensión [V]
20	13,9
40	13,92
60	13,94
80	13,93
100	13,9
120	13,9
140	13,91
160	13,9
180	13,93

Tabla 4. Valores de tensión generada tomados cada 20 segundos.

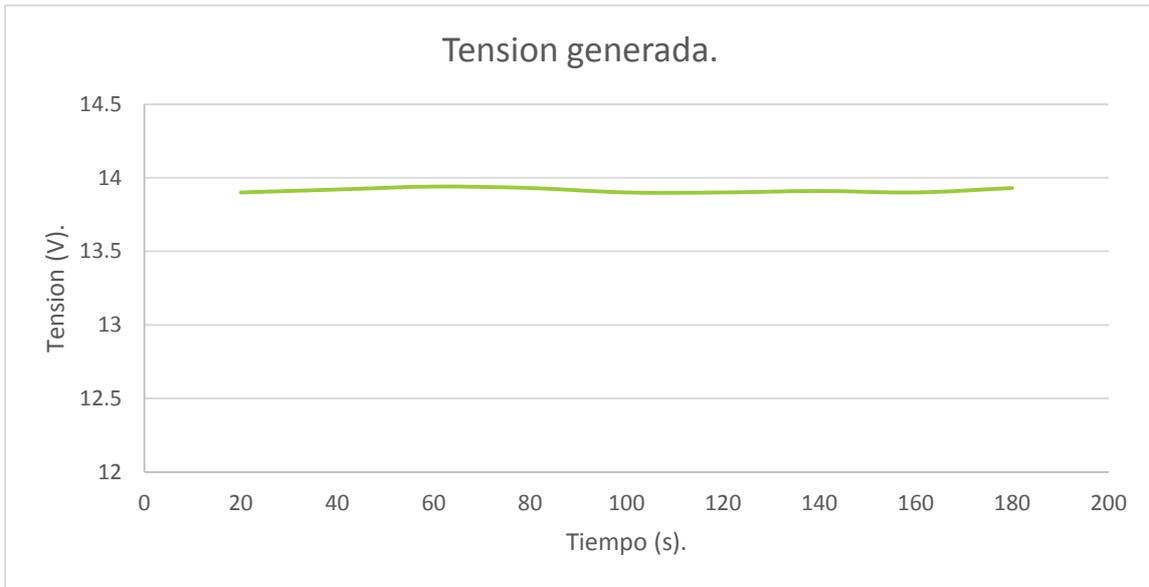


Ilustración 18. Tensión generada cada 20 segundos. Disponible en: Fuente propia.

La curva característica de tensión generada presente en la ilustración 18 se logra observar que su variación no es grande gracias al regulador de tensión y al pedaleo constante.

8.3.2.2 Grafica de corriente generada durante un tiempo de 3 minutos.

Tiempo cada 20 segundos.	Corriente [A]
20	4,4
40	4,42
60	4,5
80	4,43
100	4,43
120	4,55
140	4,52
160	4,42
180	4,51

Tabla 5. Valores de corriente generado tomado cada 20 segundos.

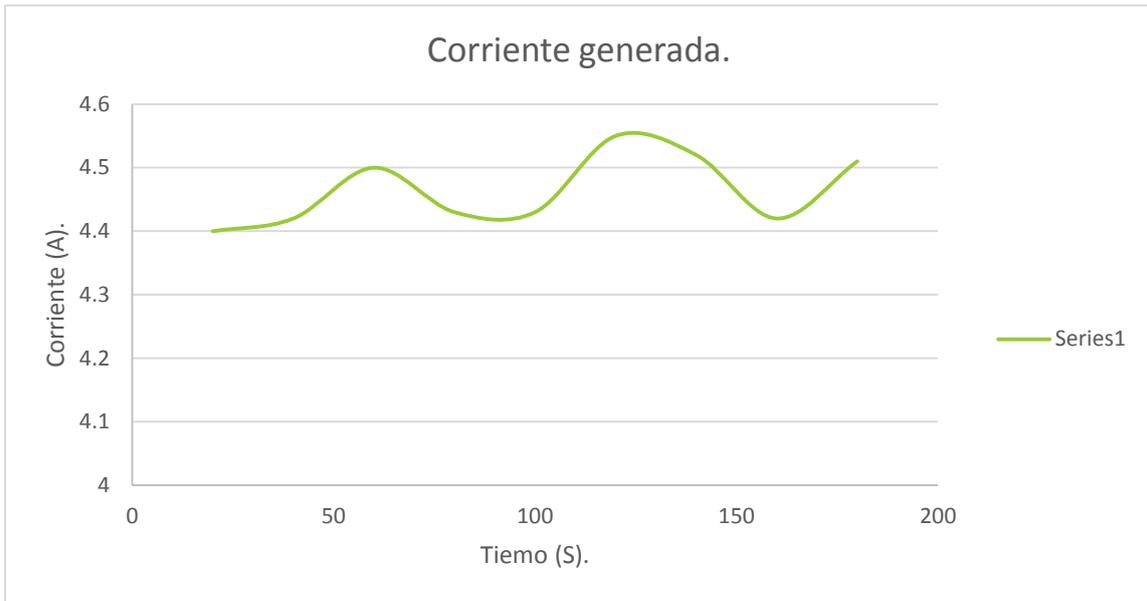


Ilustración 19. Corriente generada cada 20 segundos. Disponible en: Fuente propia.

El comportamiento observado en ilustración 19 muestra valores de corriente comprendidos entre 4,4 A y 4,6 A, esta corriente generada es la adecuada ya que la batería debe cargarse con aproximadamente 5,5 amperios.

8.3.2.3 Grafica de corriente generada durante un tiempo de 3 minutos.

Tiempo cada 20 segundos.	Potencia [W]
20	61
40	61.5
60	62.7
80	61.7
100	61.5
120	61.5
140	62.8
160	61.4
180	62.8

Tabla 6. Valores de potencia generada tomados cada 20 segundos.

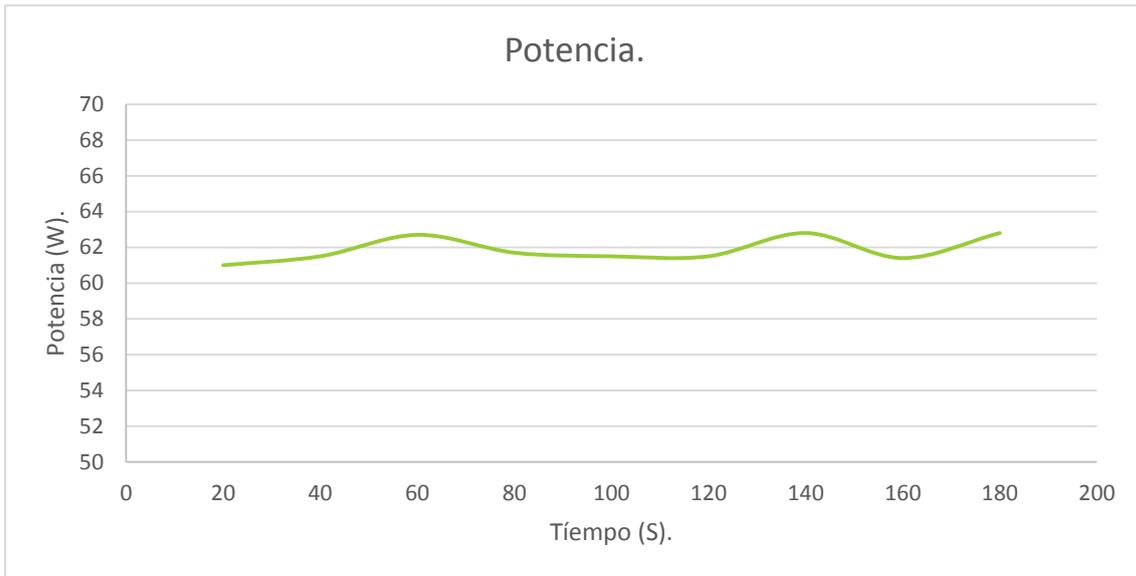


Ilustración 20. Potencia generada cada 20 segundos. Disponible en: Fuente propia.

Como se observa en la ilustración 20, la curva de potencia no oscila demasiado porque los valores de tensión y corriente fueron constantes la mayor parte del tiempo durante la prueba de 3 minutos.

8.4. REALIZAR LAS DIFERENTES PRUEBAS DEL SISTEMA DE GENERACIÓN PARA VERIFICAR SU FUNCIONAMIENTO EN SU IMPLEMENTACIÓN.

7.4.1 Implementar el sistema de generación eléctrica sometiéndole a cargas eléctricas para inspeccionar su completo funcionamiento.

7.4.1.1 Corriente generada para carga de batería.

La corriente generada por el alternador debe ser suficiente para lograr realizar la carga de la batería de almacenamiento, se realizó la prueba de la corriente que consume la batería cuando se está cargado por el trabajo del alternador, Observemos la ilustración 21.



Ilustración 21. Corriente de carga a la batería de almacenamiento. Disponible en: Fuente propia.

La carga de la batería es recomendable realizarla con una baja intensidad de corriente para evitar cargas prematuras y lograr ser más efectiva, la batería que se implementa tiene una autonomía de 40 [Ah], por ende si se suministra un corriente de carga de 4,5 [A] aproximadamente, entonces el tiempo de carga es:

$T_c = \text{Tiempo de carga}$

$I_n = \text{Corriente nominal}$

$I_g = \text{Corriente generada}$

$$T_c = \frac{I_n}{I_g} \quad (1)$$

$$T_c = \frac{40[Ah]}{4,5[A]} = 8.8 h$$

De la ecuación 1, se puede deducir que el tiempo de carga será en aproximadamente 4,4 horas.

7.4.1.2 Sistema de generación eléctrica sometido a cargas.

Para la inspección del sistema de generación eléctrica se alimentó una carga de un consumo de 55 [W], el inversor utilizado en este proceso fue de 12 [V] a 400 [W], observemos la ilustración 22.



Ilustración 22. Prueba del sistema sometido a cargas eléctricas. Disponible en: Fuente propia.

En la ilustración 21, se observa el sistema de generación eléctrica sometido a una carga de 55 W, este proceso se realizó con 4 elementos para calcular la potencia en [Wh] que el sistema de almacenamiento debe entregar a las cargas eléctricas.

Elemento consumidor	Corriente de consumo [A]	Potencia [W]	Tiempo de consumo [h]	Energía [Wh]
lámpara	0.458	54.96	2	109.96
Computador	0.56	67.2	6	403.2
televisor	0.67	80.4	3	241.3
Cargador celular	0.23	27.6	2	55.2

Tabla 7. Valores de consumo por un tiempo determinado.

Analizando la tabla 7, se tiene que el elemento consumidor de mayor potencia es el computador por estar más tiempo en funcionamiento, la batería de almacenamiento suple este consumo al poder entregar 480 [Wh], estas pruebas fueron realizadas en tiempo real.

8.5. ANALIZAR DATOS ESTADÍSTICOS O ESTUDIOS QUE PERMITAN TENER UNA REFERENCIA DEL IMPACTO SOCIAL EN CUANTO A LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE GENERACIÓN ELÉCTRICA.

7.5.1 Desarrollar el análisis de la inversión financiera.

El costo de desarrollo del sistema de generación eléctrica por movimiento circular uniforme se analiza en la siguiente tabla.

Materiales.	Costo.
Chasis bicicleta estática	\$ 200.000
Alternador 45 [A]	\$ 90.000
Inversor 400 [W]	\$ 150.000
Acople del alternador	\$ 70000
1 Batería 40 [Ah]	\$ 300.000
1 Bombillo	\$ 1.500
8 Metros de cable AWG 14	\$ 12.000
1 interruptor 10 [A]	\$ 1.600
Maquinado y procesos de soldadura.	\$ 60.000
1 Regulador de tensión a 13,5 [V]	\$ 25.000
Total gastos	\$ 910.100

Tabla 7. Inversión financiera del sistema de generación eléctrica.

7.5.2 Definir el impacto social en las diferentes áreas de su aplicación.

Para definir el impacto social que tiene la realización de este proyecto se llevó a cabo una encuesta, la cual fue destinada la mayor parte a personas de la Universidad. Se realizó un total de 30 encuestas las cuales van a ser tabuladas y graficadas.

1.) ¿Tiene Bicicleta?

Ilustración 23. Resultados primera pregunta.



2.) ¿Estática o móvil?

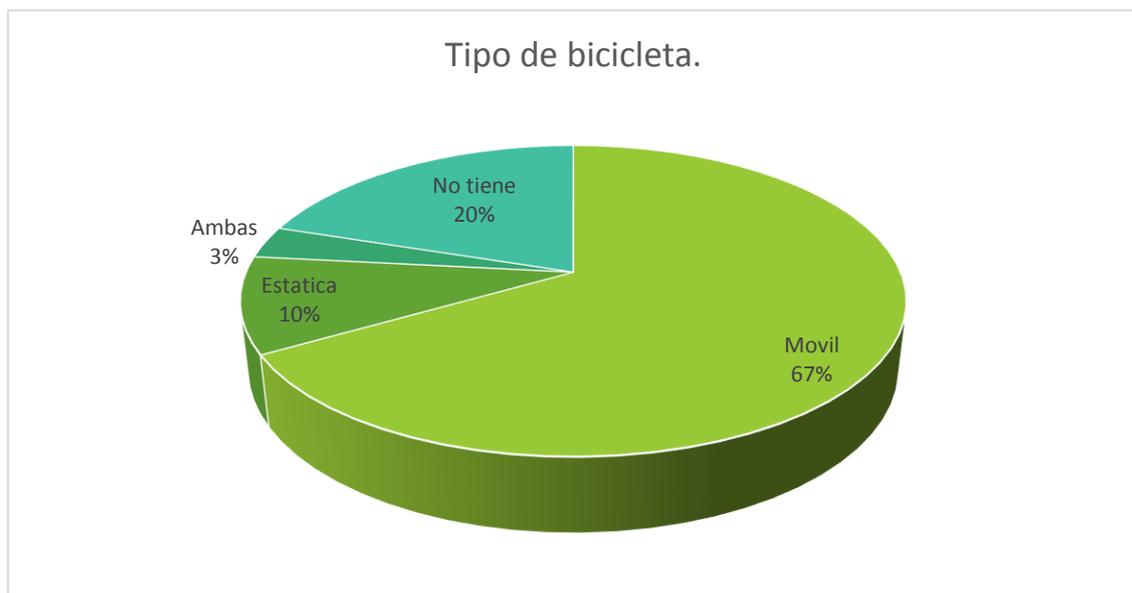


Ilustración 24. Resultados segunda pregunta.

3.) ¿Con que frecuencia la utiliza?

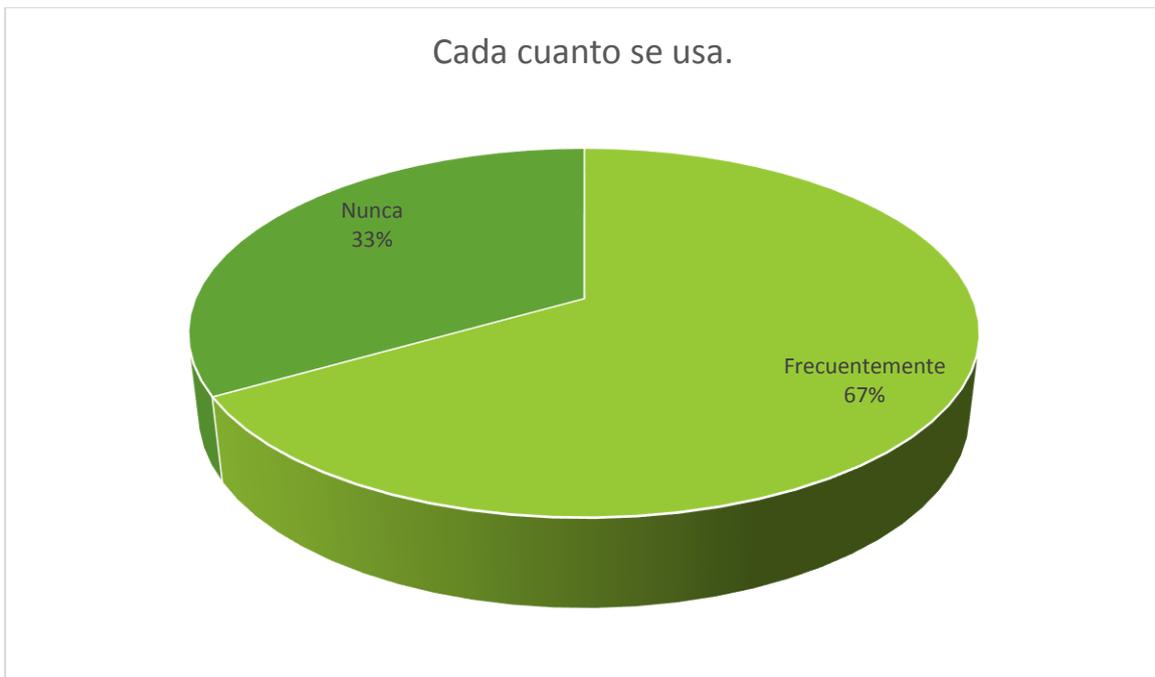


Ilustración 25. Resultados tercera pregunta.

4.) ¿Usa algún dispositivo electrónico cuando utiliza la bicicleta?

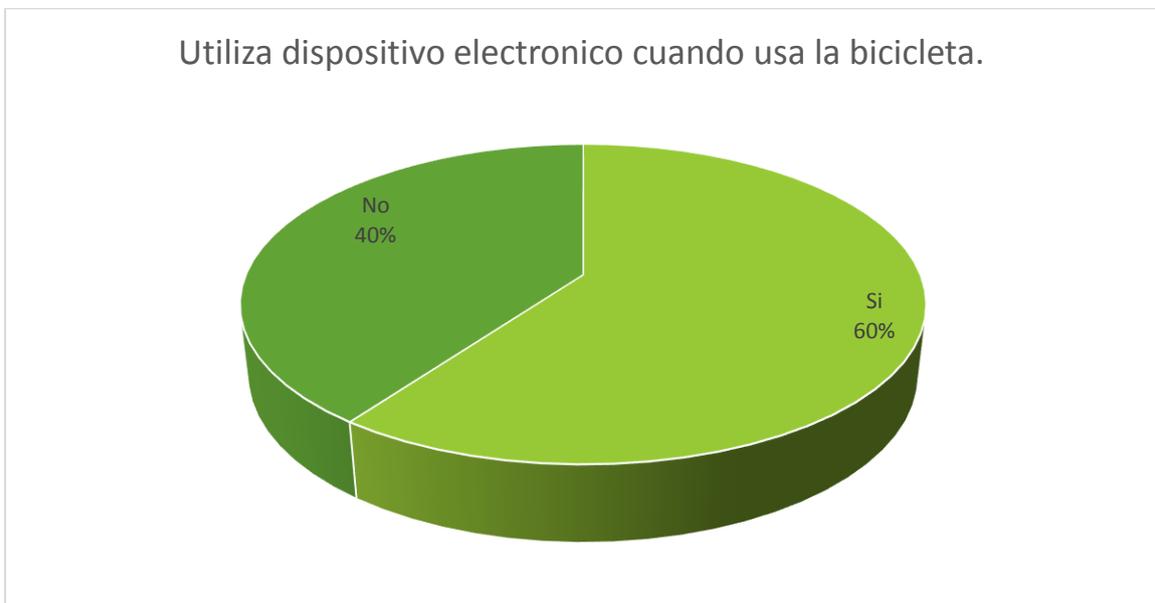


Ilustración 26. Resultados cuarta pregunta.

5.) ¿Conoce acerca de las energías renovables?

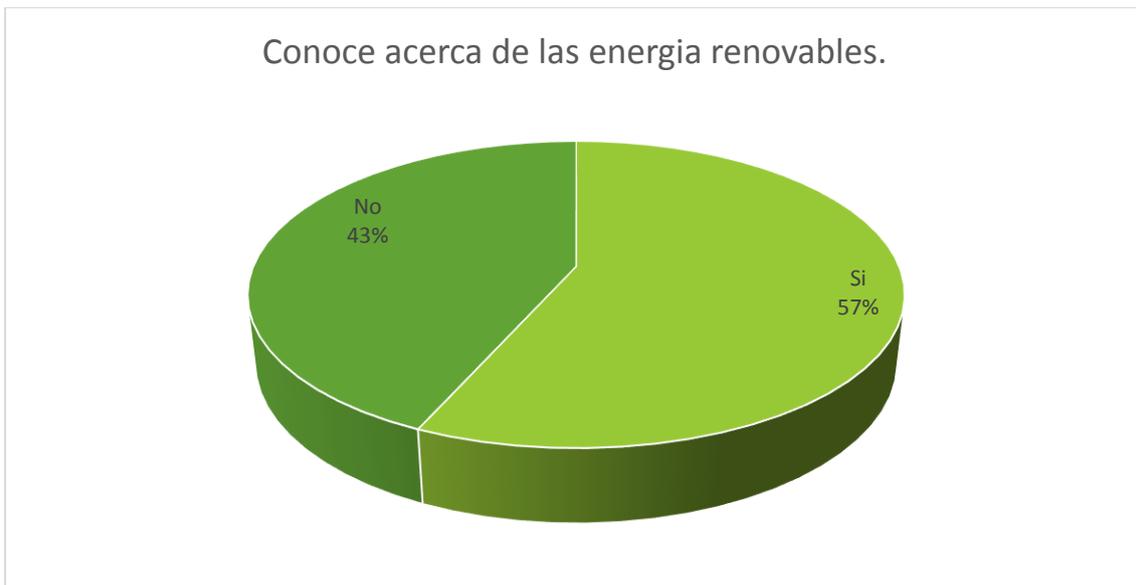


Ilustración 26. Resultados quinta pregunta.

6.) ¿Ha utilizado algún tipo de energía renovable? ¿Cuál?

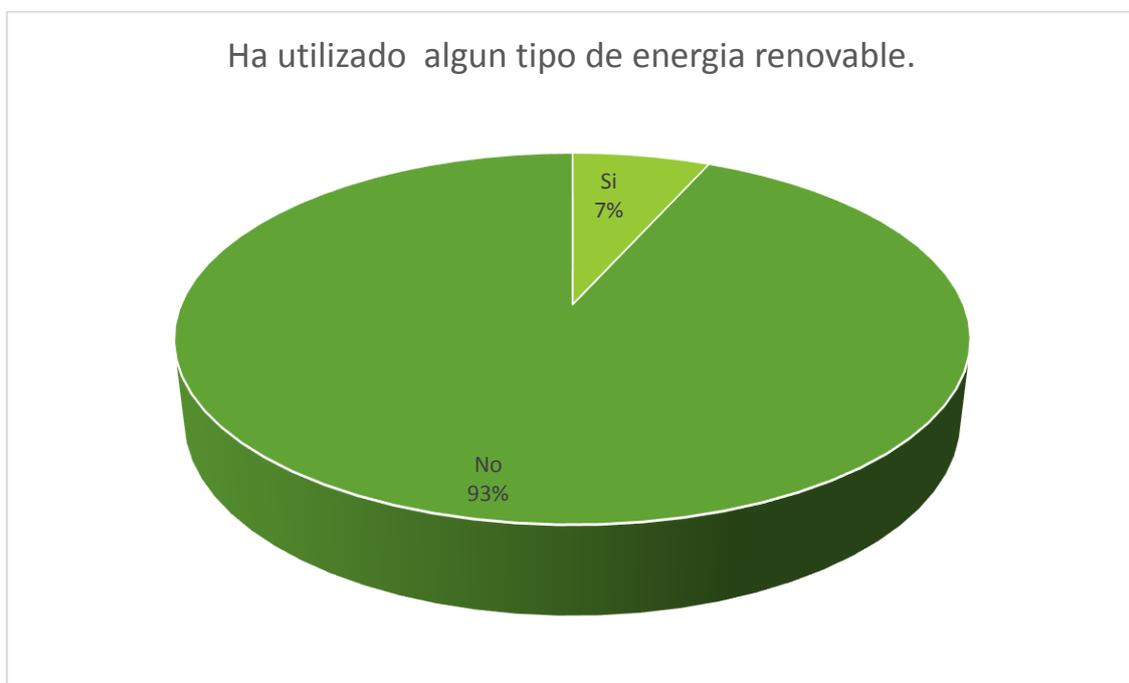


Ilustración 27. Resultados sexta pregunta.

7.) ¿Estaría dispuesto(a) a utilizar dispositivos que generen energía eléctrica amigable con el medio ambiente?



Ilustración 28. Resultados séptima pregunta.

8.) ¿Utilizaría un sistema que le permite cargar su dispositivo electrónico (pc, celular, etc.) mientras realiza deporte?

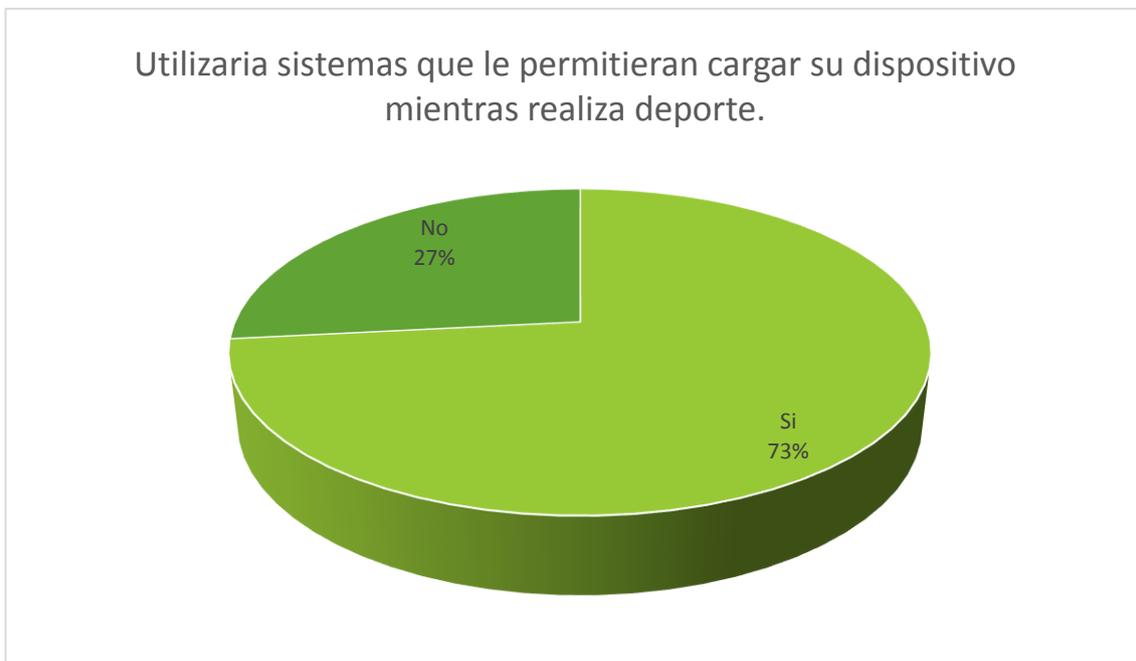


Ilustración 29. Resultados octava pregunta.

9. CONCLUSIONES.

- Aprovechando el incremento a nivel mundial del uso de la bicicleta y la potencia que se genera a partir del movimiento dinámico se hace un aprovechamiento para uso de energía renovable
- El sistema de generación eléctrica por movimiento circular uniforme requiere estar excitado por una corriente para generar el campo magnético que necesita el alternador para generar energía eléctrica
- Para lograr un mayor tiempo de pedaleo y mayores revoluciones por parte del ciclista se requiere disminuir la corriente de excitación en la bobina del alternador de lo contrario tendríamos la necesidad de mayor esfuerzo físico y menos revoluciones en el eje del alternador.
- Se presentaron problemas en el almacenamiento ya que la capacidad de la batería es de 40 [Ah] y la capacidad promedio de generación de una persona es de 4.5 a 5 [A] lo que requeriría un pedaleo constante de una persona por 10 horas para realizar la carga de la batería.
- Para que la energía eléctrica producida pueda ser aprovechada (corriente ideal)se requiere superar las 700 rpm y poder garantizar así la intensidad de corriente generada por el alternador de 4.5 [A]
- La implementación del sistema de generación eléctrica a partir de un movimiento circular uniforme podría suplir la necesidad de la comunidad educativa de la UTP brindando al estudiante la posibilidad de cargar sus dispositivos eléctricos en diferentes áreas de la universidad donde se pueda instalar el sistema y que no tengan tomas de corriente eléctrica disponibles o presentes.

10. RECOMENDACIONES.

- Se recomienda utilizar el interruptor de excitación del sistema de generación eléctrica adecuadamente y no dejarlo activo después del proceso de generación puesto que esto sería un gasto de energía inadecuado de la batería y se reduce considerablemente la vida útil del alternador.
- El inversor de corriente tiene una capacidad de 400 [W] por lo que no se recomienda superar este consumo puesto que el sistema se sobre esfuerza notablemente.
- La velocidad de pedaleo debe ser en aproximadamente de 60 a 65 rpm para generar la corriente de consumo de 4,5 a 5 [A]
- Las cargas eléctricas que se pueden conectar al inversor no deben ser de característica inductiva como lo son motores eléctricos, puesto que la corriente de arranque puede causar daños por los sobre picos de intensidad.

11. BIBLIOGRAFIA.

- bogota, A. (abril de 2011). *Cifras de interés sobre el uso de la Bicicleta en Bogotá*. Recuperado el 20 de octubre de 2014, de Camara de comercio bogota:
<http://www.agendabogota.com.co/2013/07/30/cifras-de-interes-sobre-el-uso-de-la-bicicleta-en-bogota/>
- Cavassasi, J. I. (s.f.). *QUE ES UNA BATERIA DE SICLO PROFUNDO*. Obtenido de BOLIVIA:
<http://www.cavadevices.com/archivos/FOLLETOS/BATERIAS%20CICLO%20PROFUNDO.pdf>
- CENTRO DE INVESTIGACIONES ENERGETICAS, M. Y. (octubre de 2008). *Energía hidráulica* .
Recuperado el 19 de octubre de 2014, de
http://www.energiasrenovables.ciemat.es/suplementos/sit_actual_renovables/hidraulica.htm
- D'AGOSTINO, A. J. (febrero, 2014). *Generación de energia electrica a partir de bicicletas fijas Indoor*. Cordaba.
- electrico, R. e. (2014). Eólica en Colombia podría instalar 20.000 megavatios. *REVE*.
- energia, M. d. (marzo de 2014). *Unidad de planeación minero energético*. Recuperado el 21 de octubre de 2014, de informe mensual de variables de generacion y del mercado eléctrico colombiano: <http://www.siel.gov.co/portals/0/generacion/2014/boletin-Marzo%202014.pdf>
- fer. (32 de 45 de 2344). *ddsd*. Recuperado el 11 de 11 de 2321, de ddfd:
<http://www.siel.gov.co/portals/0/generacion/2014/boletin-Marzo%202014.pdf>
- Hella., B. (s.f.). *FUNCIONAMIENTO Y SISTEMA DE CARGA*. Obtenido de Ideas para el automovil del futuro.:
<http://www.hella.com/produktion/HellaResources/WebSite/HellaResources/HellaMEX/Garages/Copy%20of%20Sistema%20de%20Carga%20Baterias%20Hella.pdf>
- INST, P. (13 de abril de 2009). *Archive for Multímetros Digitales*. Recuperado el 18 de octubre de 2014, de <http://diagnosticautomotriz.com/category/multimetros-digitales/>
- instrumens, P. (s.f.). *Osciloscopio registrador serie PCE-DSO500*. Recuperado el 21 de octubre de 2004, de <http://www.pce-iberica.es/medidor-detalles-tecnicos/instrumento-de-electricidad/osciloscopio-pce-dso5000.htm>
- MECANISMOS., M. Y. (s.f.). *Relacion de velocidades*. Obtenido de
<https://sites.google.com/site/gabrielmecanismos/Home/parte-iii/transformacion-de->

movimiento-giratorio-en-giratorio/1-2---sistema-polea-correa/1-2-1---relacion-de-velocidades

medellin, E. p. (2008). *Experiencia en el desarrollo de proyectos de energía eólica*. Medellín.

Osorio, A. (01 de 03 de 2007). *GENERADOR ELECTRICO ACCIONADO POR FUERZA HUMANA: UNA NUEVA ALTERNATIVA DE GENERACION DE ENERGIA*. Obtenido de <http://www.izt.uam.mx/newpage/contactos/anterior/n65ne/generador.pdf>

Reyes, C. f. (03 de 08 de 2011). *DISEÑO DE UN SISTEMA DE GENERACION DE ENERGIA ELECTRICA A PARTIR DE BICICLETAS ESTATICAS*. Bucaramanga, Colombia, Santander.

Torres, C. (19 de 03 de 2012). *DENSIDAD Y CARGA DE BATERIAS* . colombia.