 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

Diseñar las etapas para un módulo de control para generador trifásico AC y almacenamiento de energía DC

Yony Ferney Largo Bueno

Tecnología Electrónica

Alexander Arias Londoño

IEo. MSc.

INSTITUTO TECNOLÓGICO METROPOLITANO

Medellín

2018

RESUMEN

Desde el semillero MMCC se ha promovido el diseño de prototipos aplicados al modelamiento matemático, machine learning, acústica y generación de energía. En este trabajo de grado se involucran dos factores que son muy importantes para la sociedad, como es la salud de las personas mediante el ejercicio y la generación de energía renovable que conlleve a no depender de los recursos naturales si no de nuestro propio cuerpo para generar dicha energía, así estamos ayudando no solo al planeta sino también a tener una mejor calidad de vida. En este trabajo se muestran las etapas eléctricas y electrónicas que integran el prototipo mecánico para generación de energía con los sistemas de acumulación de energía y conexiones eléctricas, para que desde la casa o en cualquier lugar donde se requiera generar la energía para dispositivos de bajo consumo de potencia.

Palabras clave: Generador eléctrico, Circuito Rectificador controlado trifásico, Almacenamiento de energía, Inversor, Prototipo generador de energía.

RECONOCIMIENTOS

A la institución tecnológica metropolitana (ITM) por abrirme sus puertas y permitirme tener una formación no solo académica si no también moral que me ayude a ser una mejor persona.

Al mi profesor Alexander arias quien es parte importante de la gestión, idea y realización de los proyectos planteados.

A la empresa donde laboro fitness market quien permitió con sus instalaciones y herramientas la elaboración de la parte mecánica de no solo uno si no durante el recorrido académico con los proyectos.

Al señor Edgar Betancourt quien con sus conocimientos contribuyo a la elaboración de la estructura mecánica del proyecto.



ACRÓNIMOS

GECEM Generador Eléctrico Con Energía Mecánica

MMCC Modelamiento Matemático y Computo Científico

SUERE suministro de energía renovable

ERRC etapa de rectificación y regulación controlada

PMDEC prototipo mecánico de ejercitación corporal

TABLA DE CONTENIDO

TABLA DE FIGURAS	7
1. INTRODUCCIÓN.....	9
Objetivo General	9
Objetivos Específicos	9
2. MARCO TEÓRICO	10
2.1. ETAPA 1: GENERADOR ELECTRICO	10
2.1.1. Componentes de un generador eléctrico.....	11
2.1.2. TIPOS DE GENERADORES ELÉCTRICOS.....	11
a) Generador monofásico.....	12
b) Generador trifásico	12
2.1.3. GENERADORES ELECTRICOS COMERCIALES	13
2.2. ETAPA 2: RECTIFICACION.....	14
2.2.1. RECTIFICADOR TRIFÁSICO DE ONDA COMPLETA NO CONTROLADO EN PUENTE	14
2.2.1. Rectificador monofásico controlado de media onda y carga resistiva.....	15
2.2.2. Rectificador trifásico de media onda controlado en puente.....	18
2.3. ETAPA 3 ALMACENAMIENTO DE ENERGIA.....	19
2.1.3. Tipos de baterías comerciales	20
a) Baterías de Plomo Acido:	20
b) Batería de ion- litio:.....	21
c) Baterías de Níquel-Cadmio (NiCd).....	21
2.4. ETAPA 4 INVERSOR (CONVERSOR DC-AC)	22

2.4.1. Inversores comerciales	22
a) Inversor de onda cuadrada	22
b) Inversor PWM.....	23
2.5. ETAPA 5 GENERACION CON EQUIPOS DE GIMNASIO	25
2.5.1. The Great Outdoor Gym Company.....	25
2.5.2. Green gym	26
3. METODOLOGÍA	27
3.1. FASE 1. ETAPA MECANICA.....	27
3.2. FASE 2. ETAPA ELECTRICA	29
Batería de Gel	29
Generador Eléctrico Trifásico	31
3.3. FASE 3. ETAPA ELECTRONICA PARA REGULACIÓN DC A PARTIR DE LAS LÍNEAS AC TRIFÁSICAS	32
3.4. FASE 4. Prototipo de Generación con Alimentación a usuario en AC.....	34
Inversor AC-DC.....	36
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	37
Discusión.....	39
5. CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJO FUTURO	40
Conclusiones.....	40
Recomendaciones	40
Trabajo futuro.....	41
REFERENCIAS	42

TABLA DE FIGURAS

Figura 1. Rotación de espira en un campo magnético tomado de (CEAC, 2018).....	10
Figura 2. Componentes de una maquina eléctrica rotativa. Tomada de (Rega, 2011).....	11
Figura 3. Señal monofásica. (tecnicos carpi, 2017)	12
Figura 4. Diagrama generador trifásico. (Ferro, 2018).....	13
Figura 5. Dinamo de bicicleta y alternador de carro. Tomado de (Braga, 2017)	13
Figura 6. Circuito rectificador de onda completa trifásico en puente no controlado.....	14
Figura 7. Formas de onda del Rectificador trifásico de onda completa en puente. (Valencia, Saldarriaga, & Giraldo, 2013).....	15
Figura 8. Circuito rectificador controlado monofásico de media onda. (Lamaison, 2013)	16
Figura 9. Formas de onda de un rectificador monofásico controlado de media onda. (Lamaison, 2013).....	17
Figura 10. Regulador trifásico de media onda.....	18
Figura 11. Formas de Onda del Regulador trifásico de media onda.	19
Figura 12. Diagrama de Baterias con celdas en serie y paralelo.	20
Figura 13. Reaacion de componentes quimicos baterias de plomo acido (González, 2015). ..	20
Figura 14. Diagrama de composición y funcionamiento de una batería de ion-litio (Hernández Romero & Burgos Payán, 2016).	21
Figura 15. Batería de Forma Cilíndrica (Padrón, 2014).	22
Figura 16. Inversor de onda cuadrada (Mañana, 2016).	23
Figura 17. Señal de inversor onda cuadrada (Mañana, 2016).....	23
Figura 18. Circuito inversor de onda completa para pwm.	24
Figura 19. Señales de modulacion pwm.....	24
Figura 20. Gimnasio generador de energía al aire libre.	25
Figura 21. Gimnasio generador de Energía (Perez, 2015).	26
Figura 22. Diseño prototipo mecánico propuesto.....	28
Figura 23. Diagrama eléctrico del generador.	29
Figura 24. Batería Exide de Gel 12v 9A.....	30
Figura 25. Generador Trifásico con dimensiones físicas Figura 25.	31
Figura 26. Circuito rectificador y regulador trifásico.....	32



Figura 27. Diseño Esquemático de Regulación trifásica en Eagle.	33
Figura 28. Diseño de PCB en Eagle.	34
Figura 29. Prototipo Simulador de Bicicleta.	35
Figura 30. Inversor de 150w.	36
Figura 31. Puertos USB conectados al Inversor.	36
Figura 32. Medición de voltaje AC con 40rpms.	37
Figura 33. Medida de DC después del Rectificador Trifásico.	38
Figura 34. Puertos USB funcionando alrededor de 40rpm.	38

1. INTRODUCCIÓN

Con el avance de la tecnología y la necesidad de las personas de avanzar en la vida moderna, se ha hecho uso de múltiples aparatos tecnológicos tales como: los electrodomésticos que ayudan a tener una mejor calidad de vida pero que conllevan a depender aún más de las grandes industrias de energía eléctrica. Con el aumento de los equipos electrónicos y el alto consumo de energía, aumentan también las probabilidades de explotar aún más los recursos naturales tales como el agua, para ello se es necesario otros mecanismos que contribuyan a amortiguar la problemática y a mejorar el medio en el que vivimos.

Objetivo General

Diseñar las etapas para un modulo de control para generador trifásico AC y almacenamiento de energía DC

Objetivos Específicos

- Identificar las características de un generador eléctrico trifásico
- Diseñar el circuito para un rectificador trifásico controlado
- Escoger un sistema de almacenamiento de energía para el sistema de generación
- Integrar un inversor electrónico con un prototipo generador de energía

2. MARCO TEÓRICO

En este capítulo se muestran los conceptos básicos para el desarrollo de un prototipo de generación de energía eléctrica por medio de un simulador de bicicleta. Las etapas del proyecto se dividen en cuatro partes:

- Etapa 1. Generador eléctrico
- Etapa 2. Rectificador controlado
- Etapa 3. Almacenamiento de energía
- Etapa 4. Inversor
- Etapa 5. Prototipo generador de energía

2.1. ETAPA 1: GENERADOR ELECTRICO

Un generador eléctrico es un dispositivo que transforma energía mecánica en energía eléctrica, esta acción se realiza mediante la acción de un campo magnético sobre una espira en movimiento proporcionando una variación de flujo y a la vez generando una corriente eléctrica como se muestra en la Figura 1 (CEAC, 2018).

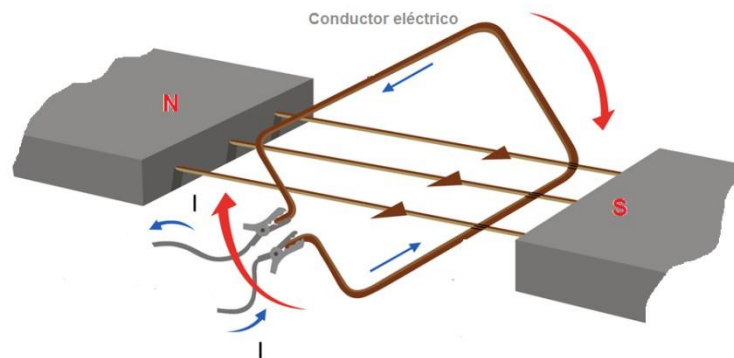


Figura 1. Rotación de espira en un campo magnético tomado de (CEAC, 2018).

2.1.1. Componentes de un generador eléctrico

Desde la parte física a un generador se le pueden identificar dos partes esenciales que son el rotor y el estator (Castañeda Marroquin, 1998). El Estator: es una armadura metálica, que contiene elementos como bobinas, carcasa, núcleo y sistema de conexión. El Rotor es la parte móvil que se mueve dentro del estator. Contiene un electroimán, compuesto de bobinas de campo fijadas encima de un núcleo de hierro, alimentado por una corriente eléctrica pequeña. El Rotor y el estator se pueden ver en la Figura 2.

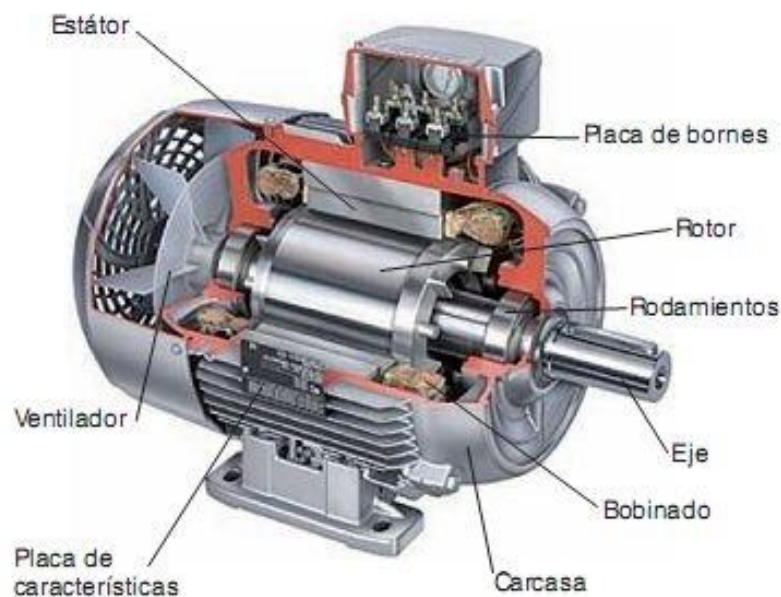


Figura 2. Componentes de una maquina eléctrica rotativa. Tomada de (Rega, 2011)

2.1.2. TIPOS DE GENERADORES ELÉCTRICOS

Los generadores se clasifican según la corriente que generan, esta puede ser alterna o continua, y se les llama respectivamente alternadores o dinamos.

Como en este proyecto se trabaja con alternadores, se muestran las señales de los generadores monofásicos y trifásicos, en los incisos a) y b) que siguen a continuación.

a) Generador monofásico

Es un generador formado por una sola corriente alterna que conduce una sola línea en la que el voltaje varía de igual manera, formando una onda sinusoidal como se muestra en la Figura 3 (tecnicarpi, 2017).

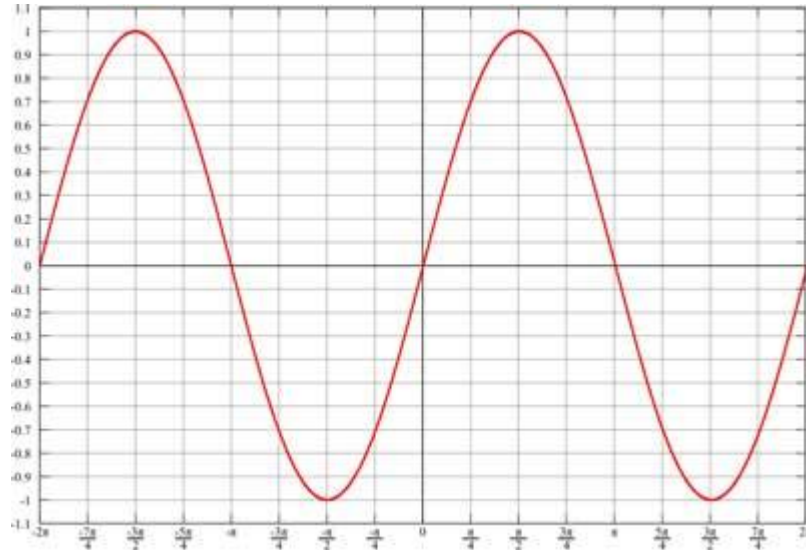


Figura 3. Señal monofásica. (tecnicarpi, 2017)

b) Generador trifásico

Los generadores trifásicos se componen de tres devanados los cuales producen tres voltajes AC de igual magnitud generando tres señales sinusoidales desfasada 120° una con respecto a las otras dos como se muestra en la Figura 4 (Ferro, 2018).

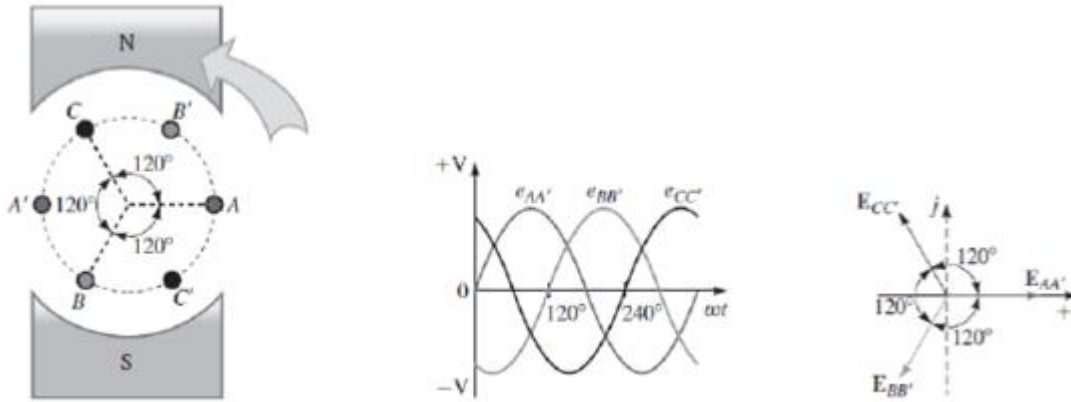


Figura 4. Diagrama generador trifásico. (Ferro, 2018)

2.1.3. GENERADORES ELECTRICOS COMERCIALES

A nivel comercial los generadores que encontramos más fácilmente son los dinamos de bicicleta y alternadores de carros como se muestra en la Figura 5.



Figura 5. Dinamo de bicicleta y alternador de carro. Tomado de (Braga, 2017)

2.2. ETAPA 2: RECTIFICACION

Los rectificadores son conversores que transforman energía de corriente alterna en corriente continua por medio de componentes electrónicos de potencia. Los rectificadores pueden ser controlados o no controlados dependiendo del tipo de componentes que sean utilizados como elementos de conmutación.

Los circuitos rectificadores de onda completa permiten un mejor aprovechamiento del transformador, lo que en este proyecto se traduce en mayor eficiencia en la generación de energía por parte de las personas que hacen el pedaleo (Valencia, Saldarriaga, & Giraldo, 2013).

2.2.1. RECTIFICADOR TRIFÁSICO DE ONDA COMPLETA NO CONTROLADO EN PUENTE

Transformador, por lo cual puede usarse indistintamente la conexión delta-delta o delta-estrella. La conexión delta-estrella se recomienda cuando la carga requiere de altas tensiones de salida (Valencia, Saldarriaga, & Giraldo, 2013). El circuito se muestra en la Figura 6. En el circuito se observa la conexión en Y o estrella de salida, en los puntos 1,2 y 3 se observa la distribución de dos diodos por cada línea trifásica.

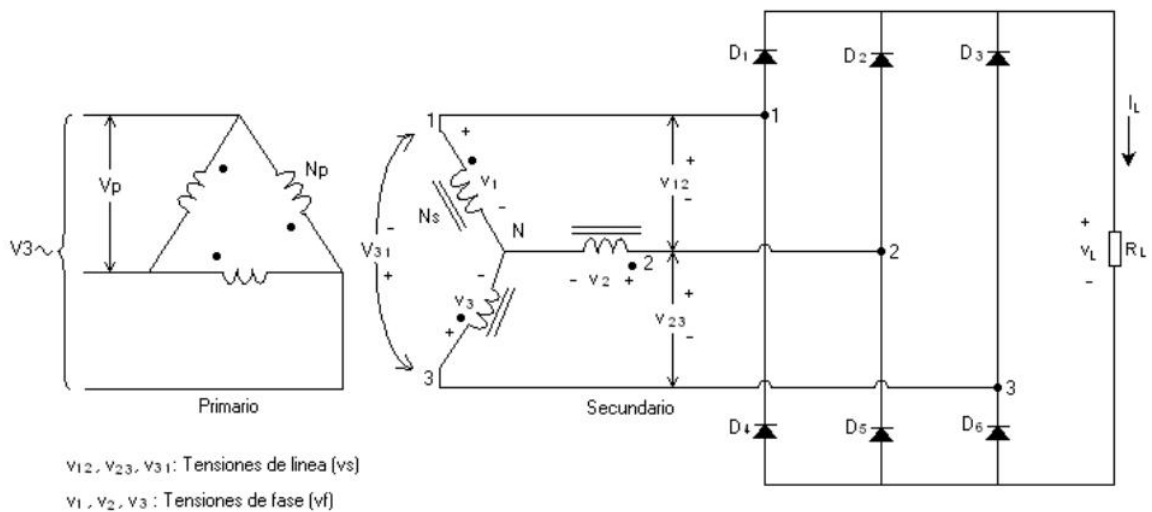


Figura 6. Circuito rectificador de onda completa trifásico en puente no controlado.

La señal de salida sobre la carga RL del circuito de la Figura 6, es una señal de corriente continua obtenida de la rectificación de cada una de las 3 líneas que se encuentran desfasadas 120° . La forma de onda obtenida en corriente se observa en la Figura 7.

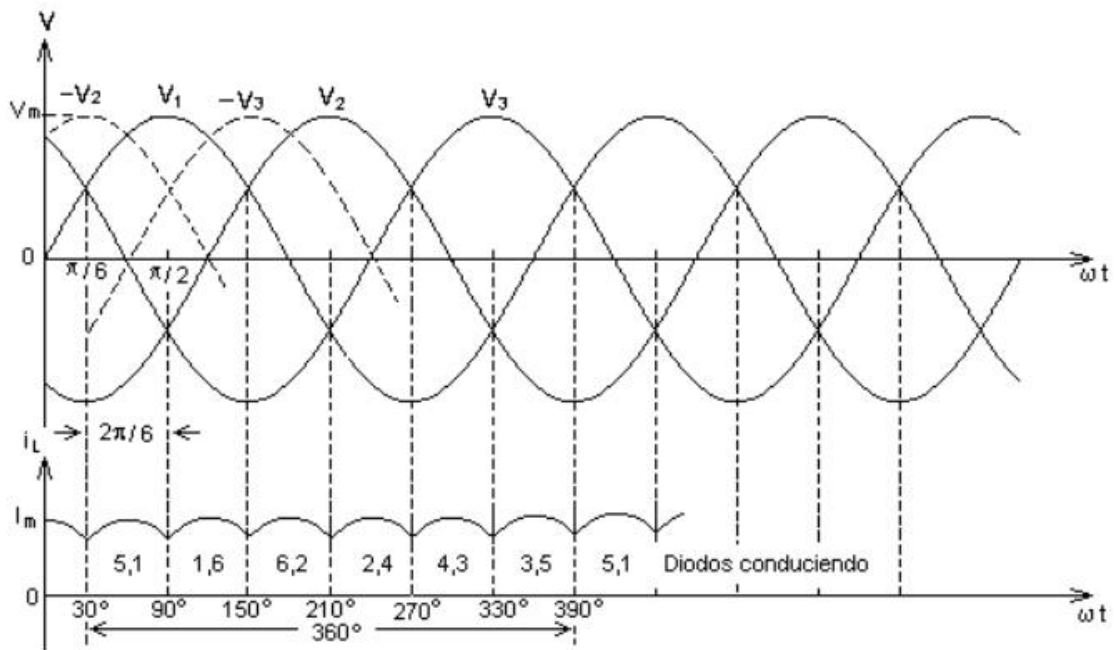


Figura 7. Formas de onda del Rectificador trifásico de onda completa en puente. (Valencia, Saldarriaga, & Giraldo, 2013)

2.2.1. Rectificador monofásico controlado de media onda y carga resistiva

El circuito mostrado en la Figura 8 es un rectificador controlado por medio de un SCR, el cual durante el semiciclo positivo de la tensión de entrada el SCR puede entrar en conducción. Controlando el ángulo de disparo de los tiristores en este caso el SCR, el circuito es capaz de enviar más o menos energía a la carga, con lo que estamos regulando el valor medio de la tensión de salida del rectificador (Lamaison, 2013).

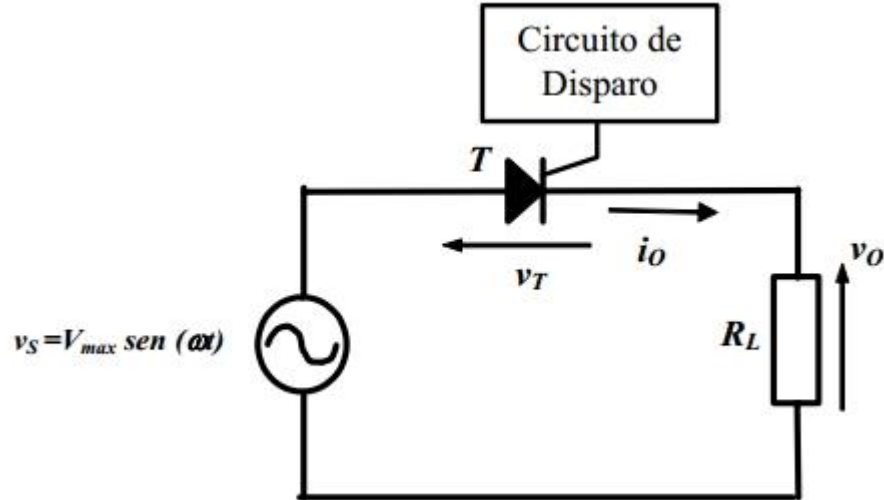


Figura 8. Circuito rectificador controlado monofásico de media onda. (Lamaison, 2013)

Las ondas resultantes del control monofásico de media onda de la tensión de entrada, la tensión en la de carga, la corriente en la carga y la tensión ánodo-cátodo del SCR se muestran en la Figura 9. Cuando se genera un pulso en la compuerta (Gate) del SCR en un ángulo α , él empieza a conducir, luego en el instante π , la tensión en la carga se anula, provocando que la corriente sea nula, y en consecuencia se bloquea de forma natural el SCR. El ángulo de disparo α o ángulo de fase se expresa en grados, en la realidad equivale a unos ciertos milisegundos (Lamaison, 2013).

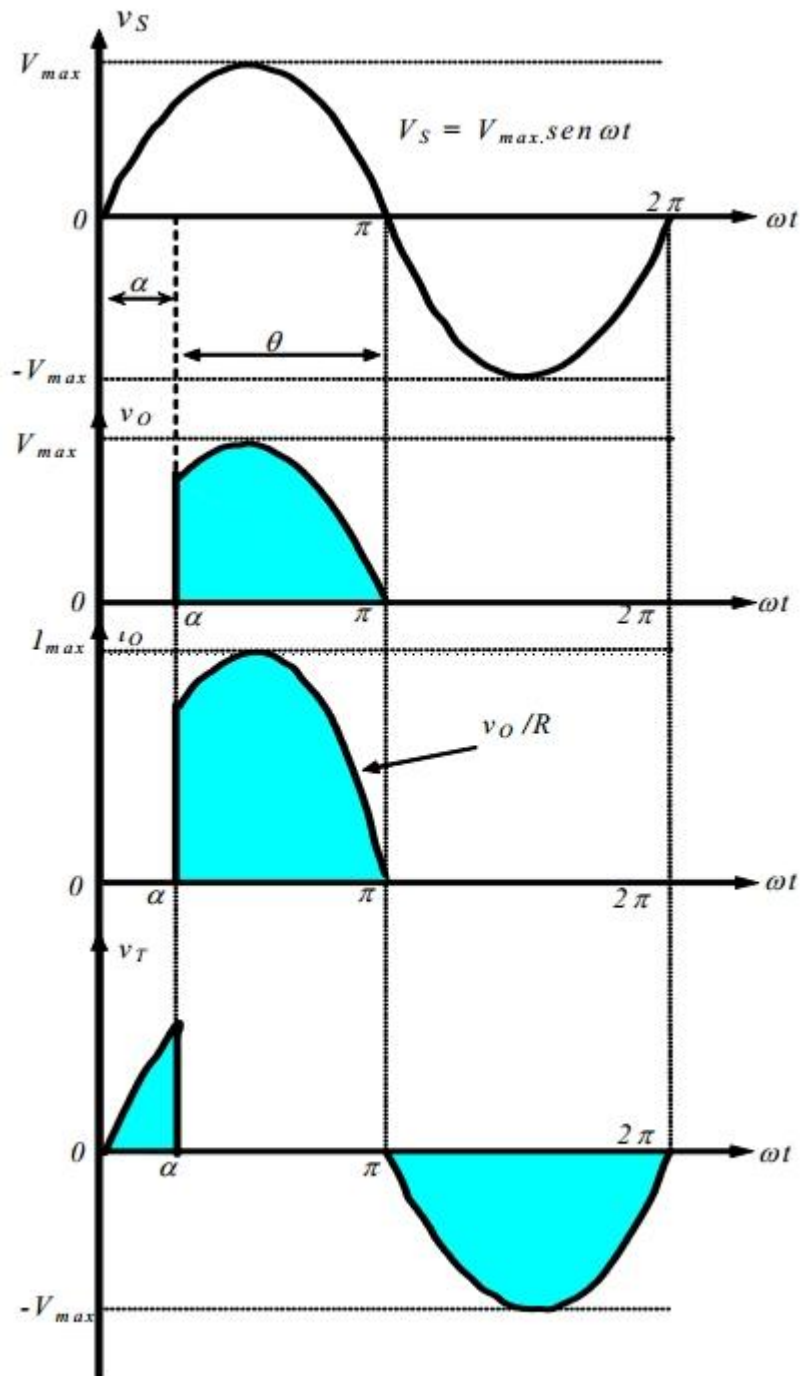


Figura 9. Formas de onda de un rectificador monofásico controlado de media onda. (Lamaison, 2013)

2.2.2. Rectificador trifásico de media onda controlado en puente

Los rectificadores trifásicos tienen grandes ventajas en procesos industriales, porque se requiere de gran cantidad de energía para abastecer distintos tipos de consumo. Además trabajan con señales de menor rizado lo que es importante a la hora de escoger un rectificador.

El circuito mostrado en la Figura 10 muestra la configuración del rectificador de media onda alimentando una carga resistiva (Valencia, Saldarriaga, & Giraldo, 2013).

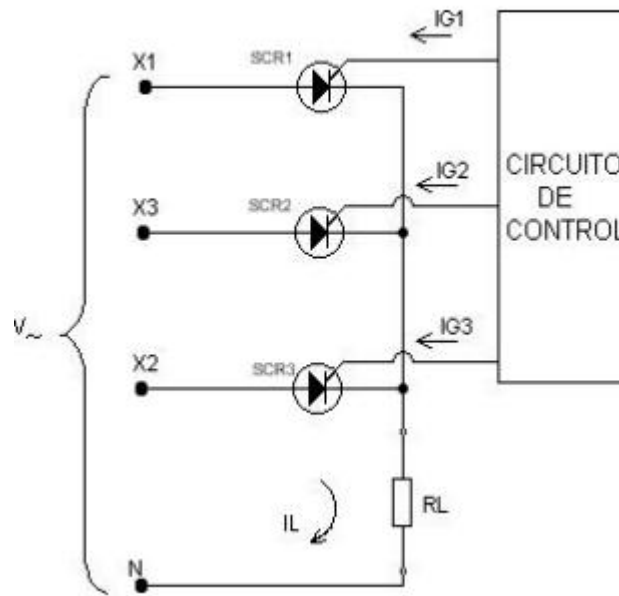


Figura 10. Regulador trifásico de media onda.

El circuito de control debe generar tres pulsos desfasados entre sí 120° , con la posibilidad de desplazarlos simultáneamente. La conducción de corriente para cada SCR es la tercera parte de la carga total y es continua según el ángulo de disparo. La Figura 11 muestra el comportamiento de la señal que se genera en un regulador trifásico de media onda (Valencia, Saldarriaga, & Giraldo, 2013).

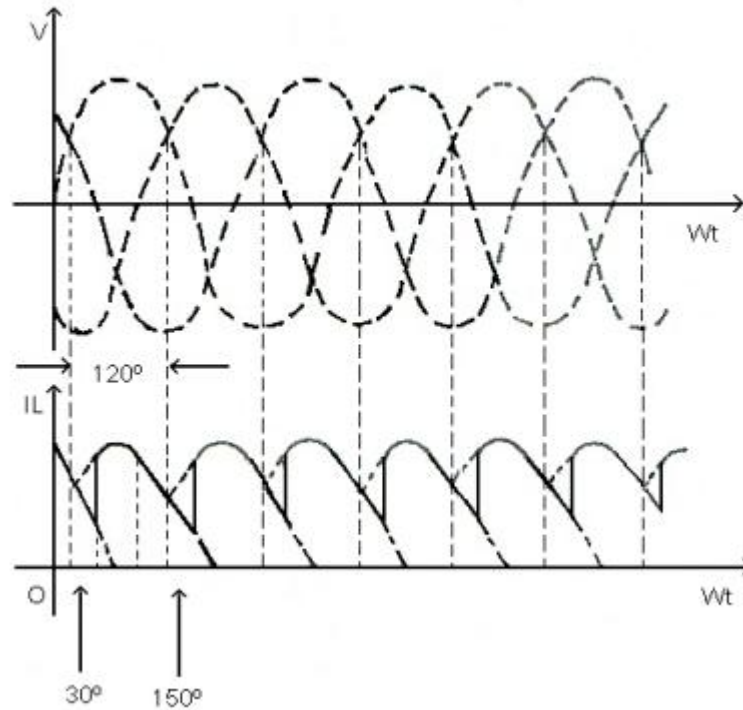


Figura 11. Formas de Onda del Regulador trifásico de media onda.

2.3. ETAPA 3 ALMACENAMIENTO DE ENERGIA

Entre los dispositivos de almacenamiento se encuentran las baterías. Este es uno de los dispositivos que almacenan energía eléctrica a través de procedimientos electroquímicos. Está compuesta por un sistema de celdas en serie o paralelo como se muestran en la Figura 12, cuando se colocan en serie 4 baterías de 1.2v el voltaje resultante es de 4.8v (Romero, Hernandes Romero, & Burgos payan, 2016).

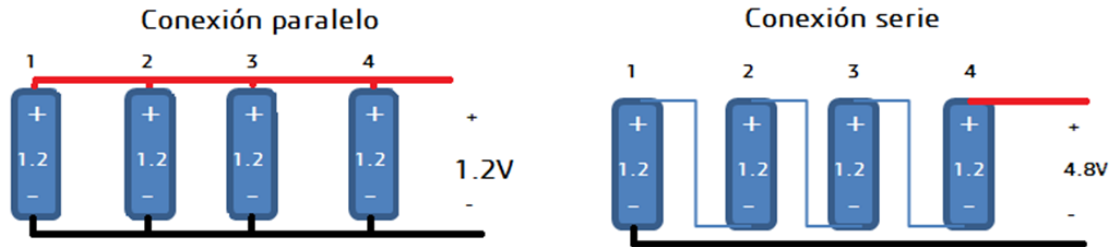


Figura 12. Diagrama de Baterías con celdas en serie y paralelo.

2.1.3. Tipos de baterías comerciales

Las baterías son sistemas que poseen ventajas para almacenar energía dada su portabilidad y la disponibilidad comercial. Se describirán a continuación tres tipos de baterías: de Plomo ácido, de Ion Litio y de Niquel Cadmio.

a) Baterías de Plomo Acido:

Son un tipo de batería primaria, actualmente es una de las tecnologías de almacenamiento de energía más antigua. Por ser recargables son las más usadas para sistemas ininterrumpidos de energía (González, 2015). Es una batería que funciona mediante reacciones químicas entre el ácido sulfúrico y el sulfato de plomo como se muestra en la Figura 13. Este tipo de batería es la que se recomienda para este proyecto por su capacidad y costo.

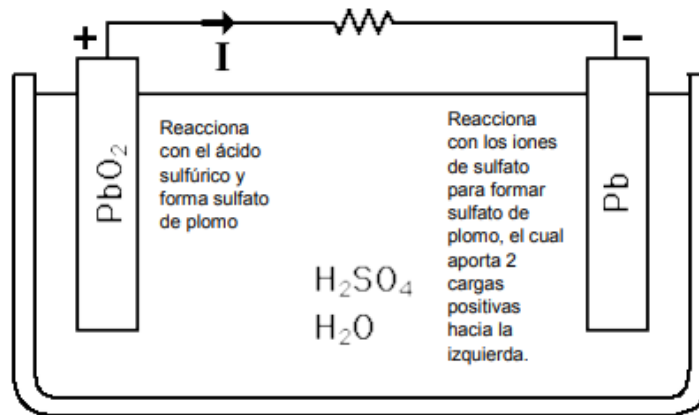


Figura 13. Reacción de componentes químicos baterías de plomo ácido (González, 2015).

b) Batería de ion- litio:

Están compuestas por un cátodo construido por óxido metálico de litio y por un ánodo construido por material de carbono. En la carga los átomos de litio existentes en el cátodo se transforman en iones conducidos hasta el ánodo de carbono a través del electrolito, los electrones externos se depositan como átomos de litio en el interior de las capas del ánodo carbono este tipo de tecnología y composición es mostrado en la Figura 14 (Hernández Romero & Burgos Payán, 2016).

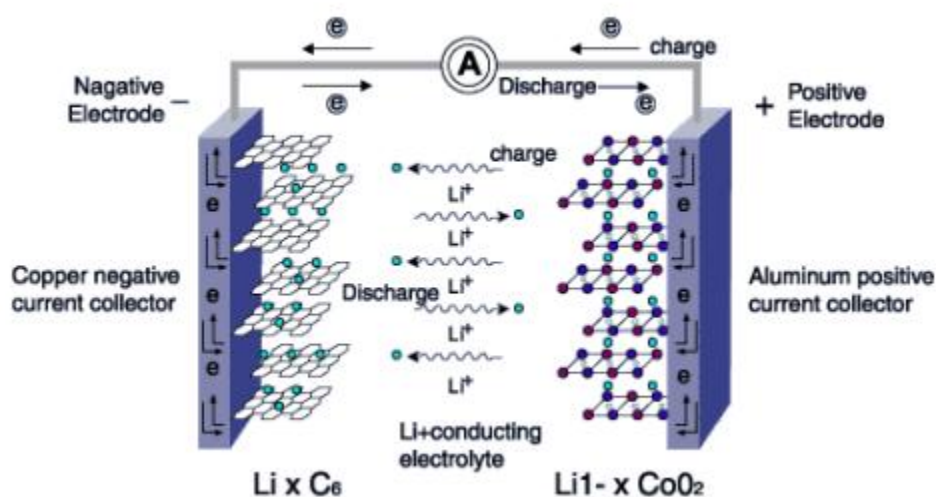


Figura 14. Diagrama de composición y funcionamiento de una batería de ion-litio (Hernández Romero & Burgos Payán, 2016).

c) Baterías de Níquel-Cadmio (NiCd)

Este tipo de batería está formada por hidróxido de níquel, hidróxido de potasio, y cadmio metálico y el electrolito se compone de hidróxido de níquel. La tensión de almacenamiento es de 1.2 Voltios. Son fabricadas de diversas formas y tamaños, los más populares en el mercado son las de tipo rectangular de sierre herméticos y cilíndricas. La composición de las placas positivas y negativas están puestas en un recipiente metálico, durante la carga y descarga de estas baterías no hay cambios en la densidad del electrolito. En la se puede ver el diagrama de composición de este tipo de batería de forma cilíndrica (Padrón, 2014).

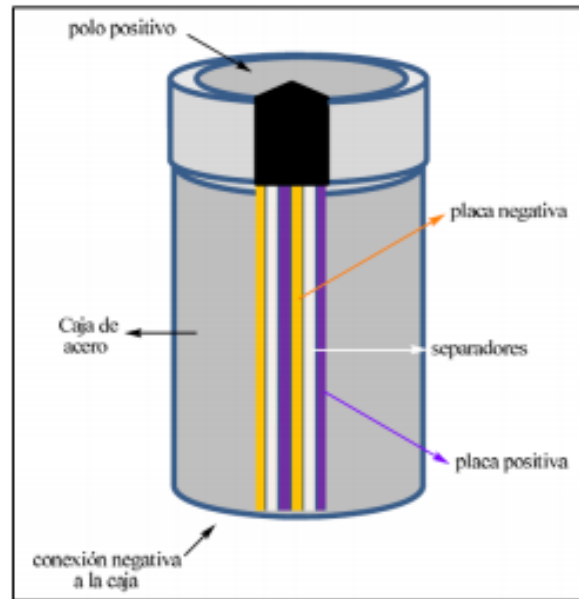


Figura 15. Batería de Forma Cilíndrica (Padrón, 2014).

2.4. ETAPA 4 INVERSOR (CONVERSION DC-AC)

Es un circuito que transforma una corriente continua en alterna. La utilidad de este tipo de circuitos es variada. Sirve para alimentar equipos informáticos, médicos, de comunicaciones o electrónicos en general, a partir de una fuente de alimentación de corriente continua. Este es un sistema de alimentación que no se interrumpe y proporciona una salida de corriente alterna a partir de baterías (Mañana, 2016).

2.4.1. Inversores comerciales

Entre los inversores comerciales están los inversores de onda cuadrada y los de onda pwm.

a) Inversor de onda cuadrada

Funciona como un circuito de interruptores como se muestra en la Figura 16. Los interruptores se alternan la activación a partir del control, en la salida se obtiene una corriente alterna, esta se da al pasar la corriente por S1 y S2 o por S3 y S4 (Mañana, 2016).

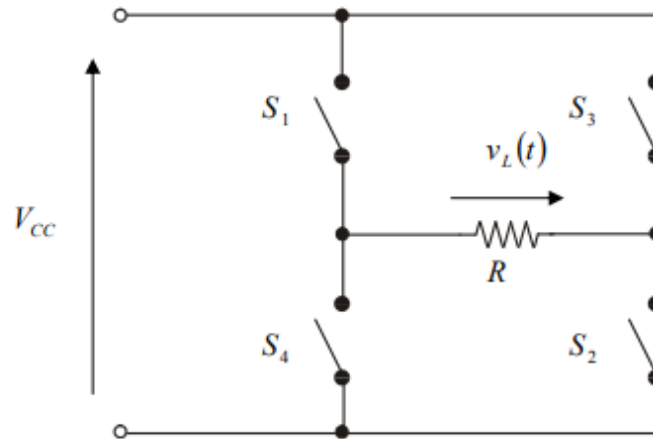


Figura 16. Inversor de onda cuadrada (Mañana, 2016).

En la Figura 17 se muestra una señal alterna cuadrada que se obtiene al suichear los interruptores del circuito de la Figura 16, esto se puede explicar en dos pasos:

- Encender (S3,S4) y apagar (S1,S2)
- Luego encender (S1,S2) y apagar (S3,S4)

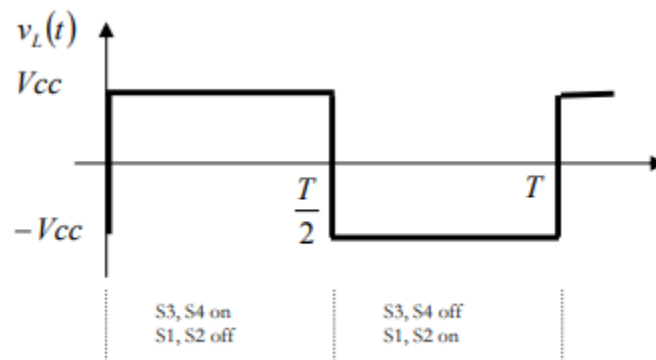


Figura 17. Señal de inversor onda cuadrada (Mañana, 2016).

b) Inversor PWM

Este tipo de inversores funciona mediante el control de los interruptores del puente mostrado en el circuito de la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** Funciona

mediante la modulación de ancho de pulso lo cual es un sistema de control que permite disminuir la distorsión armónica y tener un mejor control en la amplitud de salida.

El control de los interruptores se realiza comparando una señal de referencia moduladora con una señal portadora, que controla la frecuencia de conmutación y da como resultado la señal de la Figura 19 (Mañana, 2016), la cual debe tender a ser una señal sinusoidal o una que genere muy pocos armónicos.

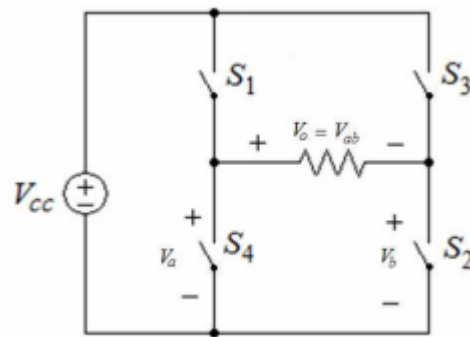


Figura 18. Circuito inversor de onda completa para pwm.

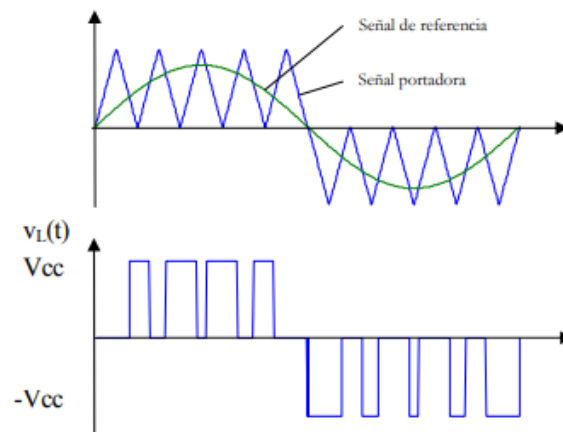


Figura 19. Señales de modulación pwm.

2.5. ETAPA 5 GENERACION CON EQUIPOS DE GIMNASIO

A continuación conoceremos dos compañías creadoras de gimnasios que generan energía eléctrica mediante sus máquinas.

2.5.1. The Great Outdoor Gym Company

La compañía británica The Great Outdoor Gym Company (TGOGC) que fabrica e instala gimnasios al aire libre lanzó al Mercado el (TGO) Green Energía Gym Technology, sistema que transforma energía mecánica utilizada en las máquinas en energía eléctrica. Este sistema cuenta con máquinas adaptadas para el proceso y con pantallas de monitoreo que permite ver al usuario la cantidad el esfuerzo que se hizo para generar cierta cantidad de energía.

Estos modelos de gimnasio permiten generar la energía durante el día y utilizarla durante la noche en la iluminación de sus propias instalaciones (Ortega, 2013) . La Figura 20 muestra uno de los modelos fabricados por esta compañía.



Figura 20. Gimnasio generador de energía al aire libre.

2.5.2. Green gym

El gimnasio Green gym es un gimnasio ecológico que adaptó sus equipos para un sistema de generación eléctrica dando como resultado 37.000 kw en horas pico. Cantidad que es necesaria para cubrir la necesidades energéticas de sus propias instalaciones. Consiste en conectar los equipos cardiovasculares a un generador central donde se lleva posteriormente a toda la red del local sin depender de la energía convencional. La siguiente ima muestra que la cantidad de energía que se puede generar depende de la cantidad de equipos que estén conectados (Perez, 2015). El creador de esta iniciativa es Adam Boesel, un entrenador personal que tiene en cuenta la el respeto al medio ambiente. Boesel inició su proyecto en 2010 abriendo tres gimnasios sostenibles en el estado de Oregón, EEUU, por medio de este modelo consiguen un ahorro anual de un 85% de energía en comparación con lo consumido por un gimnasio convencional (Boesel, 2018).

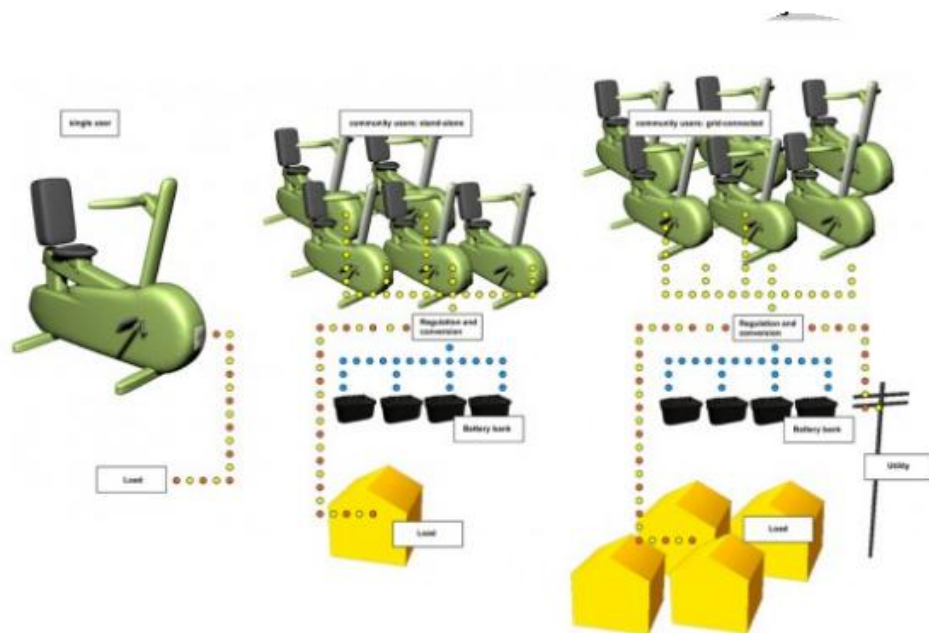


Figura 21. Gimnasio generador de Energía (Perez, 2015).

3. METODOLOGÍA

El proyecto consta de un sistema de generación de energía por medio del diseño de un prototipo de ejercitación física que integran la parte mecánica, la parte eléctrica y la parte electrónica. Las cuatro fases de este capítulo explican los diseños propuestos con elementos comerciales, circuitos eléctricos y electrónicos que sirven para realizar las interfaces de USB a 5v y 110Vac para los usuarios que utilicen el sistema.

3.1. FASE 1. ETAPA MECANICA

La estructura propuesta para tener propiedades de durabilidad y soporte de cargas es con tubería metálica cuadrada con lámina 1mm, una polea pequeña unida a la carcasa del generador y una volante de 25 mm de diámetro, una correa ranurada, dos chumaceras unidas al eje de la volante, que permite mediante un par de bielas y pedales proporcionar el movimiento del sistema en cada pedaleo. Estabilizadores en la parte baja que amortiguan los movimientos bruscos, dos ruedas en la parte frontal que facilita el movimiento. En la Figura 22 se puede ver el prototipo propuesto. Para el sistema de unión de piezas se utilizó la soldadura Mig, esta soldadura tiene la ventaja de hacer grandes cordones sin interrupción, esto hace que haya un menor número de empalmes en cordones largos y pocas salpicaduras. Adicionalmente la superficie soldada con Mig queda limpia y sin escoria lo que hace que el proceso de pintura sea más rápido.

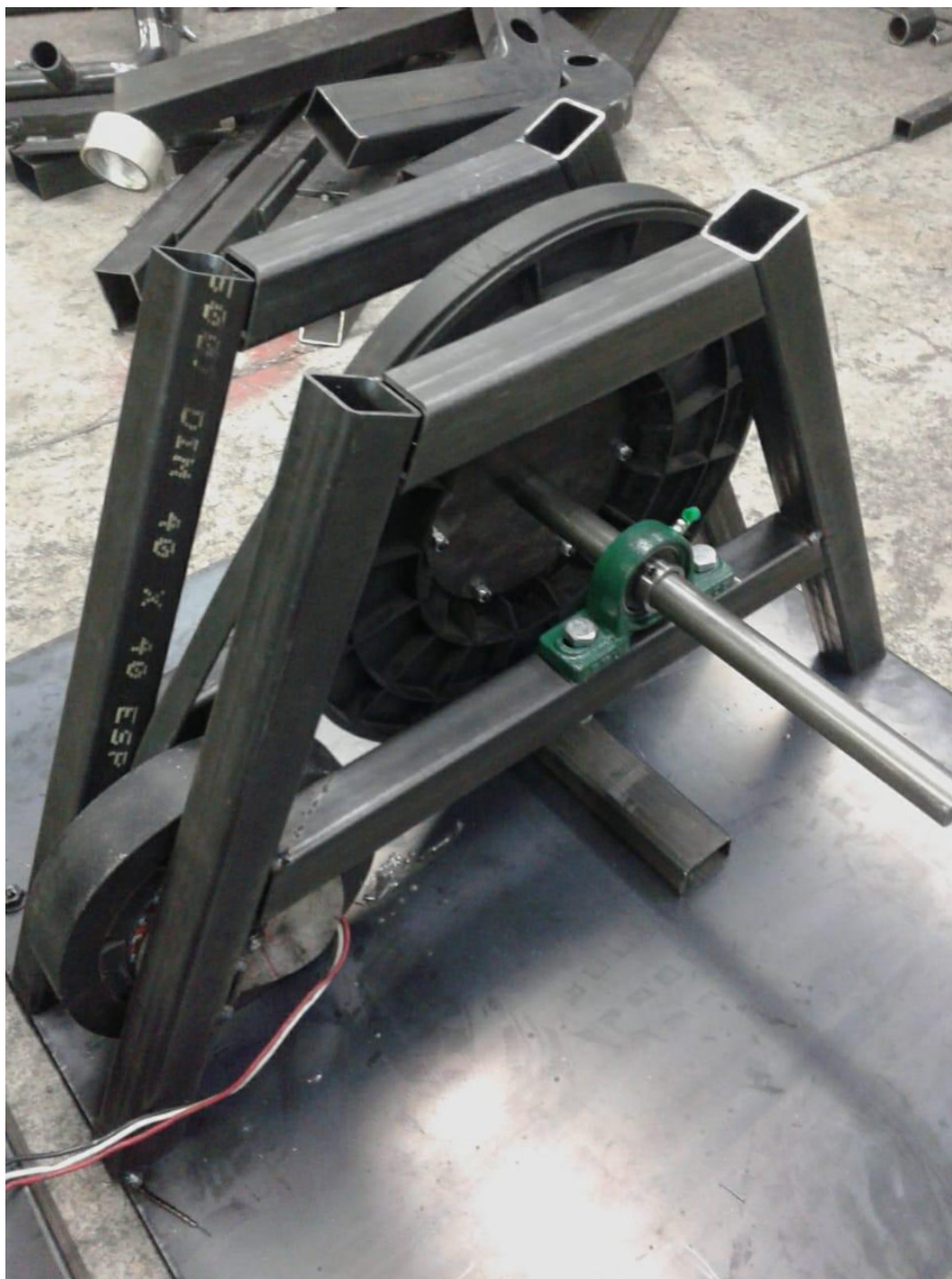


Figura 22. Diseño prototipo mecánico propuesto.

3.2. FASE 2. ETAPA ELECTRICA

En la etapa eléctrica tenemos como elemento fundamental del sistema un generador electromagnético trifásico, que genera de entre 40 a 50 amperios, una batería con capacidad de almacenamiento de 12 voltios 300 mA, un inversor de corriente con capacidad de transformar 12V DC a 110V AC, interruptores, un ventilador de refrigeración y pines de monitoreo para los voltajes de salida. La Figura 23 muestra el diagrama del diseño de la parte eléctrica interconectando: Generador, Rectificador, Ventilador, Batería, Luces Led, Toma y Borneras para medición de los diferentes voltajes para realizar la evaluación del prototipo.

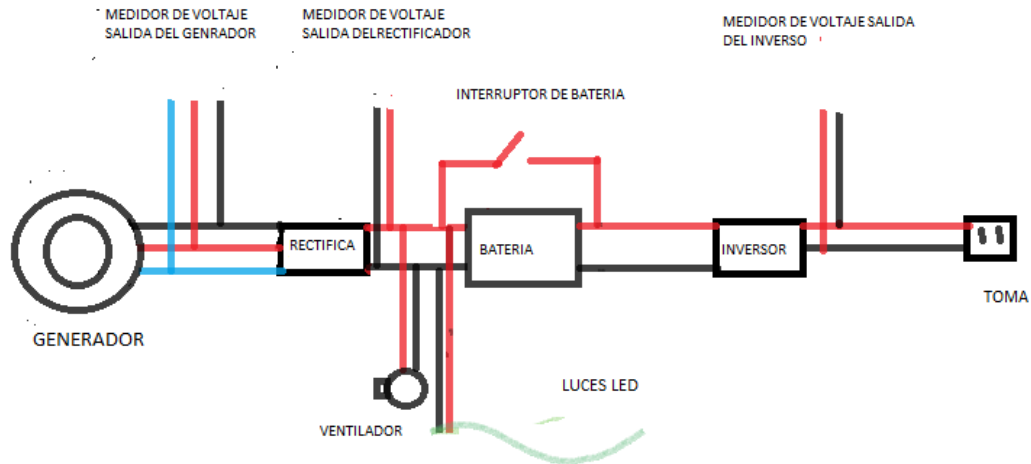


Figura 23. Diagrama eléctrico del generador.

Batería de Gel

La batería recomendada es de Gel, Plomo-Acido de 12v. En la Figura 24 se muestra la Batería Exide Etz 9 Bs 12v 9A. En estas En estas baterías al electrolito se le adiciona un compuesto de silicona, lo que genera que el líquido se convierta en una masa sólida como gelatina, y de ahí deriva su nombre. Esta característica hace que las baterías de gel tengan una mayor vida útil, garantizan un número elevado de ciclos de cargas y descarga, y que reduzcan el porcentaje de evaporación. Además, soportan descargas profundas y ambientes con vibraciones, golpes y altas temperaturas, cuentan con un voltaje más estable durante la descarga, no requieren de mantenimiento y son más seguras ya que si esta batería se rompe, no hay posibilidad de derrame de líquido (tecnocio, 2016).

Las baterías de gel deben cargarse con tensiones más bajas, por eso el cargador se debe ajustar correctamente para este tipo de baterías.

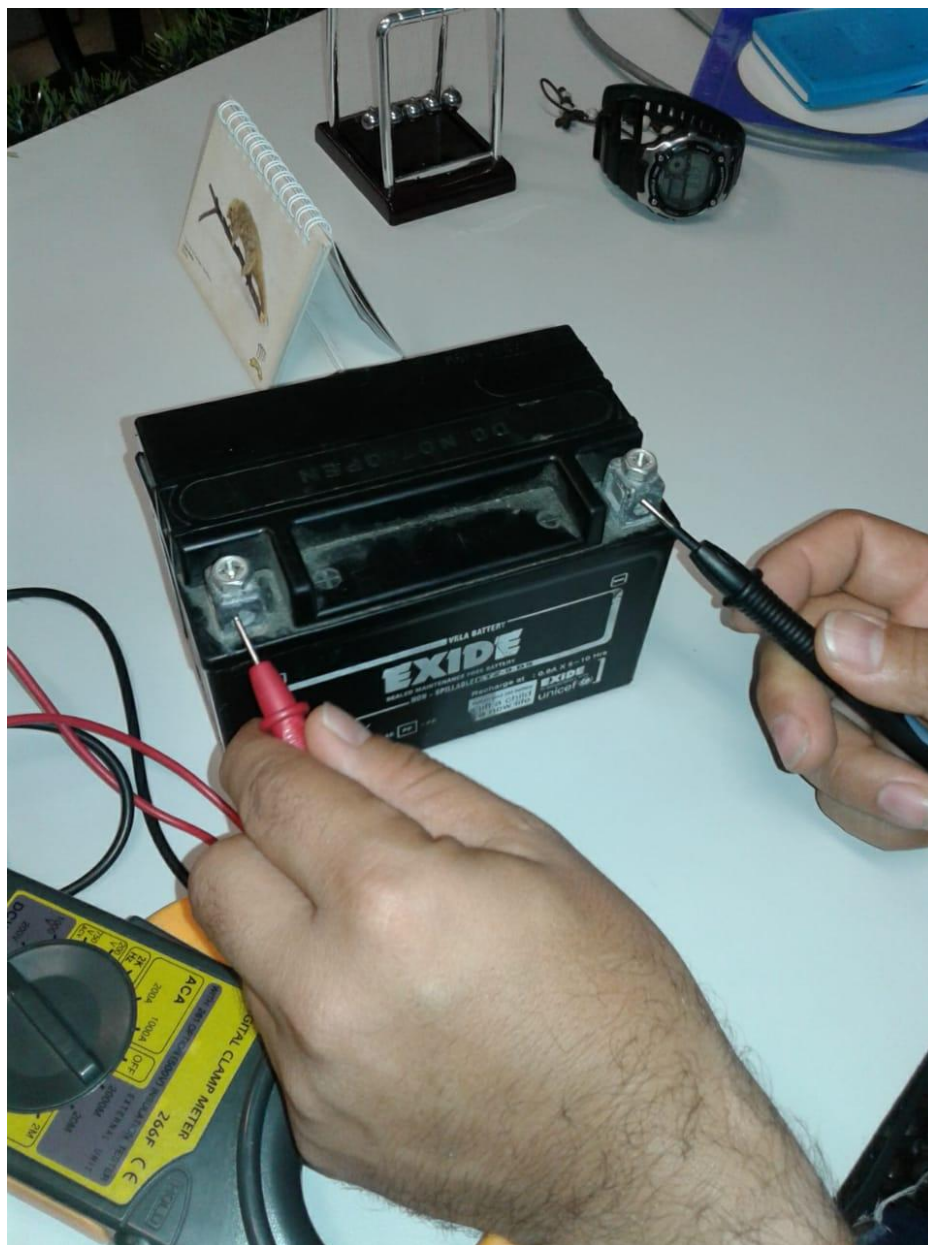


Figura 24. Batería Exide de Gel 12v 9A.

Generador Eléctrico Trifásico

Se propone utilizar un generador trifásico de 20 mm de diámetro con capacidad de generar de entre 40 a 50 voltios a una velocidad de 70 rpm. En la implementación proponemos un generador trifásicos de bajas rpm, ya que será accionado por personas, en la Figura 25 se muestra un generador trifásico comercial, sete cuesta alrededor de US \$190.00 (AliExpress, 2018).

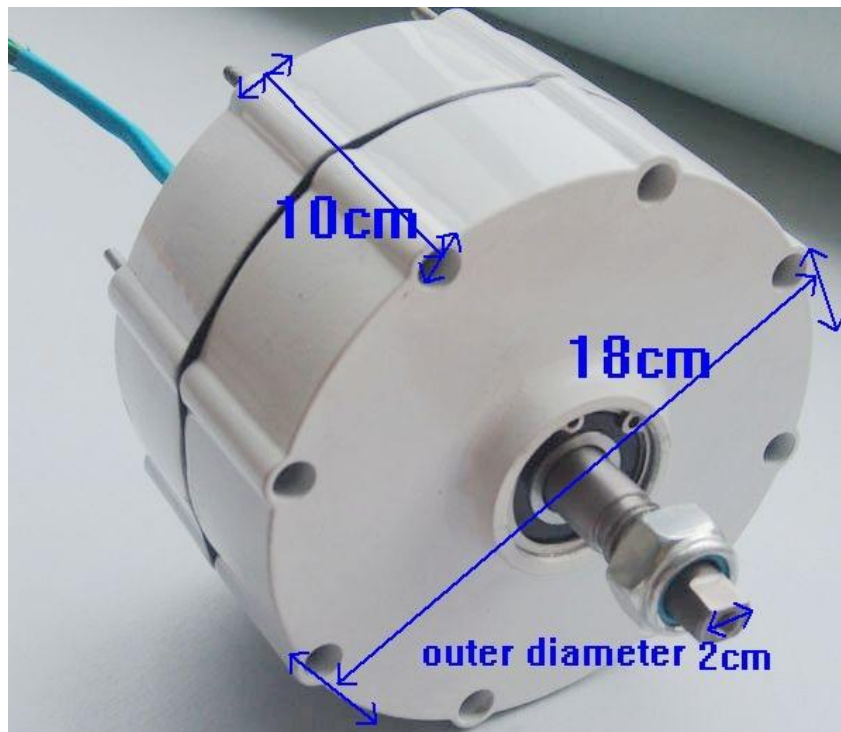


Figura 25. Generador Trifásico con dimensiones físicas Figura 25.

Las características buscadas en el generador son:

- Baja velocidad de arranque debido al bajo engranaje y al diseño de par resistivo.
- Sin engranajes, accionamiento directo, generador de bajas revoluciones.
- Componentes de alta calidad y calidad para uso en entornos extremos similares a los de aerogeneradores.
- Alta eficiencia y baja pérdida de energía de resistencia mecánica.

- Diseño de disipación del calor en su carcasa, se recomienda aleación de aluminio. Alta resistencia al uso, que tenga tratamiento térmico completo del aluminio.
- Resistente a la corrosión y la oxidación.
- Diseñado para al menos 20 años de vida útil.

3.3. FASE 3. ETAPA ELECTRONICA PARA REGULACIÓN DC A PARTIR DE LAS LÍNEAS AC TRIFÁSICAS

La etapa electrónica está compuesta por un circuito de regulación para puente trifásico que rectifica la corriente alterna del generador y la convierte en corriente continua, también cuenta con un circuito controlado que limita la cantidad de voltaje para la batería. Está compuesto de tres tiristores que controlan la regulación del voltaje rectificado, los demás componentes hacen parte del control para que los tiristores que cortan las corrientes que sobran del generador (Moto, 2010). En la figura se 18. Se puede ver el diseño del circuito propuesto.

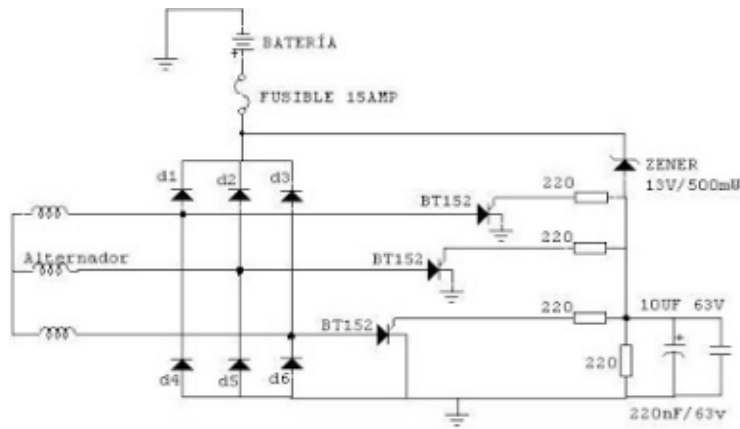
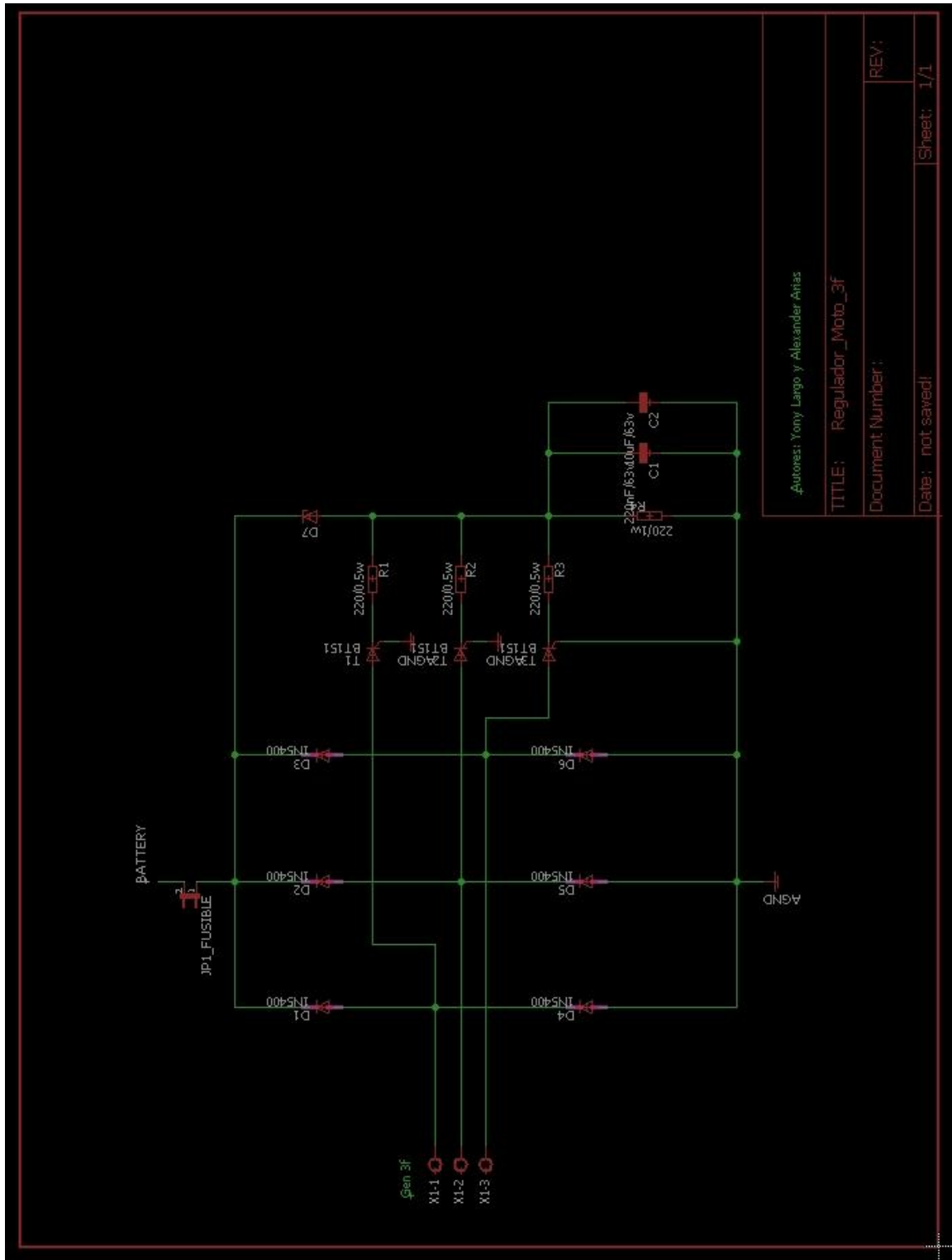


Figura 26. Circuito rectificador y regulador trifásico.

El diseño esquemático de regulación trifásica se hizo en Eagle y se presenta en la Figura 27. El diseño de la PCB en Eagle se muestra en la Figura 28.



Autores: Yony Largo y Alexander Antas

TITLE: Regulador_Moto_3f

Document Number:

REV:

Date: not saved!

Sheet: 1/1

Figura 27. Diseño Esquemático de Regulación trifásica en Eagle.

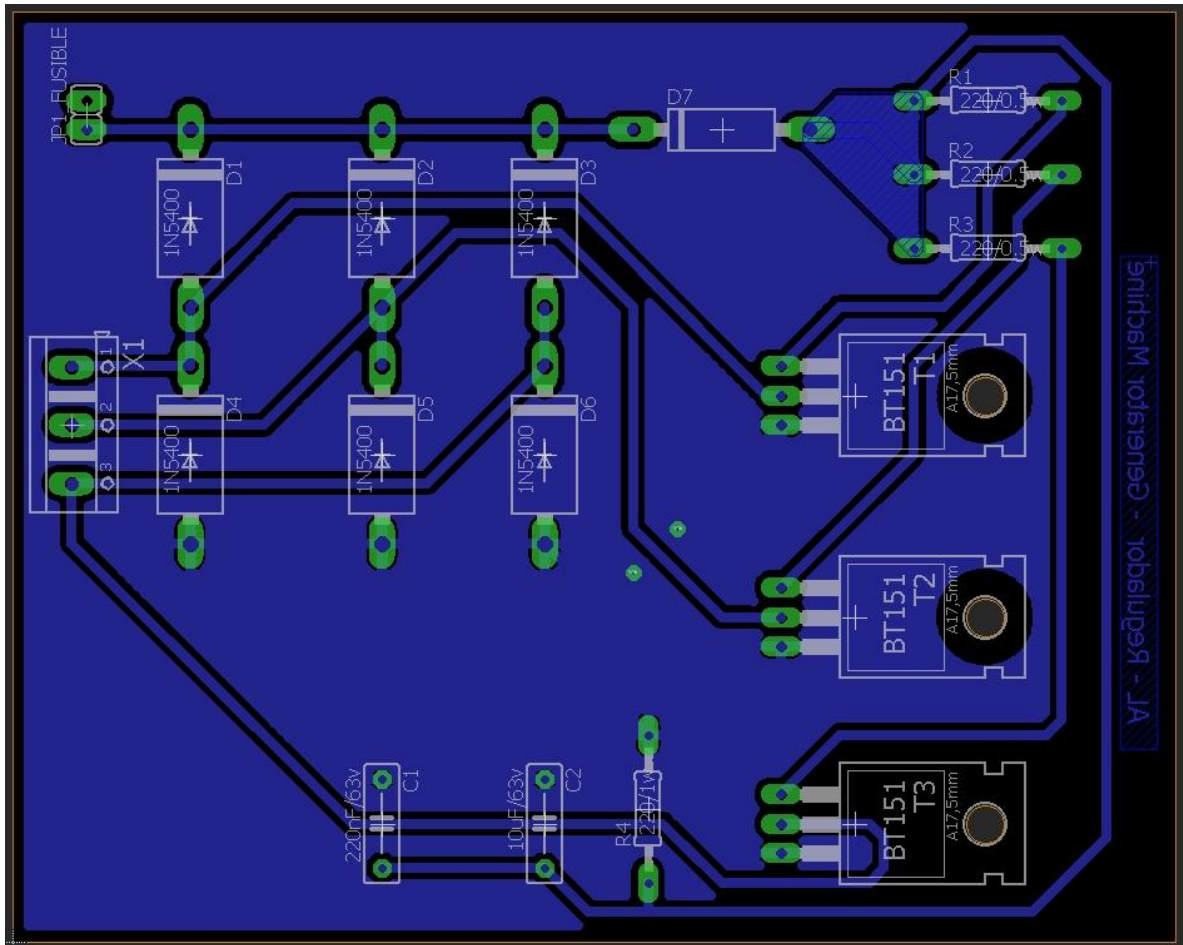


Figura 28. Diseño de PCB en Eagle.

Recordemos que las salida de esta etapa de regulación trifásica produce 12V en DC. Esta servirá para recargar la batería y alimentar los dispositivos o cargas en DC. Adicionalmente, tiene la posibilidad de entregarle DC al Inversor del inciso (3.5.).

3.4. FASE 4. Prototipo de Generación con Alimentación a usuario en AC

El prototipo para el usuario final se basa en un simulador de bicicleta estática como se puede ver en la Figura 29. Los simuladores de bicicleta son utilizados en los gimnasios para hacer ejercicio cardiovascular, en este caso tomamos el diseño y lo adaptamos a un sistema

que proporciona dos utilidades, salud física y generación de energía renovable. El diseño propuesto está en la capacidad de responder a grandes exigencias de uso mecánico y de producir el voltaje necesario para equipos electrónicos de bajo consumo, de manera independiente a la energía convencional.



Figura 29. Prototipo Simulador de Bicicleta.

Inversor AC-DC

La salida del circuito de regulación trifásica (inciso 3.3.) o la batería sirven para alimentar el Inversor AC-DC. El inversor convierte 12Vdc a 110Vac, la recomendación del inversor es que soporte 150 watts de potencia, se recomienda usar uno de bajo costo como el mostrado en la Figura 30 , el precio de este oscila en el valor US\$28.59 (Dx, s.f.). El diseño se le hace una interfaz con el inversor para que tenga conectado un toma para conexión de cualquier aparato electrónico, un puerto USB de 5v para cargar un teléfono celular, que va conectado a un convertidor de varios puertos Figura 31.



Figura 30. Inversor de 150w.



Figura 31. Puertos USB conectados al Inversor.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Realizando una generación con 40rpm aproximadamente, los resultados obtenidos en la salida del generador trifásico, del rectificador y de los puertos USB se muestran en las respectivas. En AC el voltaje alrededor de 40rpm es de 19.5Vac, hay que tener en cuenta que este sube más si se suben las rpms. El voltaje rectificado después del regulador trifásico es 12.24V en DC. Y al activar los puertos USB se nota que prende la luz azul de cada puerto.



Figura 32. Medición de voltaje AC con 40rpms.



Figura 33. Medida de DC despues del Rectificador Trifásico.



Figura 34. Puertos USB funcionando alrededor de 40rpm.

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Discusión

Es conveniente recordar que el protoripo completo implementado hace parte de los proyectos con el profesor Alexander Arias en el semillero MMCC y en este trabajo propuesto se hace un diseño y descripción de cada etapa. Los registros o patentes se harán posteriormente, la evaluación del prototipo y funcionamiento se hará con apoyo del semillero MMCC.

5. CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJO FUTURO

Conclusiones

- Podemos concluir que este proyecto es el principio fundamental para la generación de energía limpia autorrenovable, que puede contribuir no solo a sustentar un servicio eléctrico en cualquier situación, sino también a mejorar las condiciones de nuestro planeta.
- Se identificaron las características de un generador eléctrico trifásico y su relación de señales con desfase de 120° .
- Se diseñó en Eagle el circuito para un rectificador trifásico controlado y se le hicieron mediciones con la conexión al generador con 40rpm, este dio un valor aproximado de 20Vac.
- Se escogió un sistema de almacenamiento de energía para el sistema de generación basado en batería de gel.
- Se integró un inversor electrónico con un prototipo generador de energía y salidas en AC y DC. La potencia máxima a trabajar es de 150W.

Recomendaciones

- Se puede concientizar a las personas que hacer ejercicio no es perder el tiempo, es invertirlo en mejorar su vida saludable y producir energía gratuita.

	<p style="text-align: center;">INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO</p>	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

- El proyecto solo genera corrientes de baja potencia, por lo tanto para aparatos de alto consumo se necesitara de otros medios para su funcionamiento.
- Hay que tener en cuenta que el prototipo es el modelo inicial de un proyecto que puede ser mejor con modificaciones y cambios en su estructura.

Trabajo futuro

- Se tiene en mente mejorar el prototipo haciéndolo aún más eficiente, con más capacidad de generación y almacenamiento, utilizando un motor en vez de pedaleo, y así tener una producción de energía a mayor escala que pueda cubrir por completo la necesidad en cualquier dependencia.
- Llevar la propuesta a los gimnasios que prestan el servicio de acondicionamiento físico y darles a conocer que este medio es una oportunidad de mejora en sus costos de servicios de energía, debido a la cantidad de equipos y la afluencia de gente que hace de este sistema más óptimo.
- Seguir trabajando en el Semillero MMCC y que de este formemos una empresa que construya proyectos productivos y promueva la innovación en la ciudad y el país.

REFERENCIAS

- AliExpress. (2018). *Low rpm permanent magnet generator alternator 400w ac 12v 24v*. Obtenido de <https://www.aliexpress.com/item/low-rpm-permanent-magnet-generator-alternator-400w-ac-12v-24v/1406725185.html>
- Boesel, A. (2018). *The Green Microgym*. Obtenido de <http://www.thegreenmicrogym.com/author/adam-boesel/>
- Braga, N. (2017). *Generadores*. Obtenido de <http://www.incb.com.mx/index.php/curso-de-electronica/88-curso-de-electronica/1815-curso-de-electronica-02>
- Castañeda Marroquin, J. G. (1998). *Estudio de las maquinas electricas para el ingeniero en electronica*. San Nicolas de los Garza: Universidad autonoma de nuevo leon. facultad de ingenieria mecanica y electrica. TESIS Maestría en Ciencias de la Ingeniería Eléctrica Con especialidad en Electrónica.
- CEAC. (2018). *¿Cómo funciona un generador eléctrico?* Obtenido de <https://www.ceac.es/blog/como-funciona-un-generador-electrico>
- Dx. (s.f.). *150W DC 12V to AC 220V Power Inverter*. Obtenido de http://www.dx.com/p/150w-dc-12v-to-ac-220v-power-inverter-10097#.W_gPbmNJncs
- Ferro, I. G. (2018). Obtenido de sistemas trifasicos- facultad de ingenieria UMNDP: www3.fi.mdp.edu.ar/dtoelectrica/files/electrotecnia2/e2_circuitos_trifasicos.pdf
- González, C. (2015). *Análisis técnico de los diferentes tipos de baterías*. Bogotá: UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS.
- Hernández Romero, A., & Burgos Payán, M. (2016). *Baterías para Almacenamiento de Energía*. Sevilla.
- Lamaison, R. (2013). *Apuntes de Electrónica de Potencia*. Obtenido de [llamados.ancap.com.uy/docs_concursos/ARCHIVOS/2%20LLAMADOS%20FINALIZADOS/2013/REF%2040_2013%20%20%20T%C3%89CNICO%20AYUDANTE%20MANTENIMIENTO%20E%20INGENIER%3%8DA%20\(ELECTROELECTR%3%93NICO\)/MATERIAL%20DE%20ESTUDIO/CONOCIMIENTOS%20ESPEC%3%8DFICOS/SISTEMAS](http://llamados.ancap.com.uy/docs_concursos/ARCHIVOS/2%20LLAMADOS%20FINALIZADOS/2013/REF%2040_2013%20%20%20T%C3%89CNICO%20AYUDANTE%20MANTENIMIENTO%20E%20INGENIER%3%8DA%20(ELECTROELECTR%3%93NICO)/MATERIAL%20DE%20ESTUDIO/CONOCIMIENTOS%20ESPEC%3%8DFICOS/SISTEMAS)

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

- Mañana, M. (2016). *Regulación, control y protección de máquinas eléctricas*. Santander: Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y de Telecomunicación. Obtenido de ocw.unican.es/pluginfile.php/1986/course/section/2310/convertidores.pdf
- Moto, C. e. (2010). *Regulador de carga de batería trifásico para motocicleta*. Obtenido de <http://www.canariasenmoto.com/noticias/fabrica-tu-propio-regulador-de-carga-de-bateria.html>
- Ortega, C. (2013). *youngmarketing*. Obtenido de <http://www.youngmarketing.co/gimnasios-ecologicos-buscan-convertir-la-energia-del-ejercicio-en-electricidad/>
- Padrón, F. (2014). *MANUAL DE BATERÍAS Y ACUMULADORES*. Medellín: UPB. Obtenido de repository.upb: Universidad Pontificia Bolivariana
- Perez, M. A. (2015). *blogthinkbig*. Obtenido de Green Gym, un gimnasio ecológico: <https://blogthinkbig.com/convertir-ejercicio-fisico-energia-electrica-asi-funciona-green-gym>
- Rega, P. (2011). *Partes Fundamentales de un Motor Eléctrico*. Obtenido de <https://sites.google.com/site/279motoreselectricos/partes-fundamentales-de-un-motor-electrico>
- Romero, A. H., Hernandez Romero, A., & Burgos payan, M. (2016). *Baterías para Almacenamiento de Energía* . sevilla. Obtenido de <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/70692/fichero/10+Baterias+para+Almacenamiento+de+Energ%C3%ADa.pdf>
- tecnicos carpi. (2017). *SISTEMAS MONOFÁSICO Y TRIFÁSICO*. Obtenido de <https://www.tecnicscarpi.com/es/grupo-electrogeno-monofasico-y-trifasico-diferencias-ventajas-e-inconvenientes/>
- tecnocio. (2016). *Diferencias entre baterías de Gel, Plomo / AGM y Litio: Características*. Obtenido de <https://www.tecnocio.com/blog/diferencias-entre-baterias-de-gel-plomo-agm-y-litio-caracteristicas/>
- Valencia, H., Saldarriaga, M., & Giraldo, J. (2013). *Fundamentos de electrónica industrial*. Medellín: Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica. Universidad. Pontificia Bolivariana.



Institución Universitaria

INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO

Código

FDE 089

Versión

03

Fecha

2015-01-22



Institución Universitaria

INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO

Código

FDE 089

Versión

03

Fecha

2015-01-22

FIRMA ESTUDIANTES

Anthony Largo

FIRMA ASESOR

[Handwritten Signature]

FECHA ENTREGA: *23/11/2018*

FIRMA COMITÉ TRABAJO DE GRADO DE LA FACULTAD _____

RECHAZADO _____

ACEPTADO _____

ACEPTADO CON

MODIFICACIONES _____

ACTA NO. _____

FECHA ENTREGA: _____

FIRMA CONSEJO DE FACULTAD _____

ACTA NO. _____

FECHA ENTREGA: _____