

UNIVERSIDAD VALLE DEL MOMBOY
VICERRECTORADO ACADÉMICO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA INGENIERÍA EN COMPUTACIÓN



CONSTRUCCIÓN DE UN GENERADOR SIN ESCOBILLAS PARA LA UNIVERSIDAD
VALLE DEL MOMBOY

Presentado por:

BR. Alfonso Castellano C.I 30.302.065, BR. Génesis Vásquez C.I 30.140.198

TUTOR

ING. EDGARDO PAOLINI

TRUJILLO, VENEZUELA

2024

UNIVERSIDAD VALLE DEL MOMBOY
VICERRECTORADO ACADEMICO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA INGENIERÍA EN COMPUTACIÓN



CONSTRUCCION DE UN GENERADOR SIN ESCOBILLAS PARA LA UNIVERSIDAD
VALLE DEL MOMBOY

Trabajo Especial de Grado para Optar al título de Ingeniero en Computación

Presentado por:

BR. Alfonso Castellano C.I 30.302.065, BR. Génesis Vásquez C.I 30.140.198

TUTOR

ING. EDGARDO PAOLINI

TRUJILLO, VENEZUELA

2024

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco profundamente a mis padres, por su amor, su guía y su apoyo incondicional. Con amor me han enseñado la importancia del esfuerzo y la perseverancia, gracias infinitas por creer en mí y por ser mi ejemplo a seguir en todo momento.

A Juni Cortez, el cual hemos compartido éxitos y desafíos, agradezco profundamente el apoyo constante y su compañía, que sin duda ha sido fundamental en mi vida.

A Mama Vicenta, Padre Gustavo Godoy y Alejandro los cuales han sido un apoyo incondicional.

A las Profesoras Fronilde Moreno y Marisol Rincón por su apoyo incondicional.

Al Señor Roberto y a Leo, el cual son personas alegres, optimistas que nos abrieron las puertas del taller Elemeica, para brindarnos las herramientas y el apoyo necesario en el proceso de construcción del proyecto.

Finalmente, extendiendo mi agradecimiento a todas las personas y que, de alguna manera, colaboraron en el transcurso de estos años así como en la realización de esta tesis. Cada gesto de apoyo, por pequeño que haya sido, ha sido fundamental para llegar hasta aquí.

Genesis Vásquez

AGRADECIMIENTO

Primeramente le agradezco a Dios, por haberme dado el privilegio de vivir una etapa muy bonita como lo fue la Universidad Valle del Momboy, por darme salud y fuerzas para lograr todos mis objetivos a lo largo de la carrera.

Agradezco a mi madre, por su amor, su apoyo con todo el esfuerzo de siempre, y la dedicación de mejorar todos los días.

Agradezco profundamente al Señor Roberto, que nos prestó su taller de embobinados, sus herramientas y maquinarias para poder cumplir con nuestro proyecto especial de grado.

Agradezco a la profesora Marineila Butron, por brindarme apoyo en cuanto a cada paso que daba con el proyecto.

Agradezco al profesor Edgardo Paolini, por incentivarnos con esta innovación de proyecto. También a la profesora Yajaira Segovia, que siempre tuvo los brazos abiertos para cualquier ayuda que necesitara.

Agradezco al Señor Gerardo Rivera, por ayudarme con su conocimiento a la hora de hacer los diseños y buscar una manera de optimizar el generador.

Agradezco al Señor Vicente, por aportarnos conocimiento en su carrera de carpintería a la hora de realizar los moldes y bases de nuestro prototipo.

Alfonso Castellano

DEDICATORIA

A veces lo que debería ser fácil no lo es y lo simple se complica, pero el amor, la pasión y la esperanza es intentarlo una y otra vez hasta conseguirlo, y esta es una de las oportunidades en la que dedico todo mi honor a Dios Padre Todopoderoso y la Santísima Virgen María por acompañarme en cada instante de esta aventura la cual está llena de desafíos, pero al mismo tiempo de fortaleza, sabiduría y esfuerzo.

A mis padres Yesenia Rojo y Oswaldo Vásquez, les extiendo con todo mi corazón y amor el reconocimiento de su ejemplo y perseverancia, por el cual me han guiado y apoyado.

A mi hermano Joaquin Vásquez, por su apoyo constante en el transcurso de mi formación.

A mis abuelos Ana, Bertha, Andrés, Joaquín que desde pequeña me motivaron a cumplir mis sueños y desde el cielo ahora me acompañan.

Génesis Vásquez

DEDICATORIA

De primero agradezco a Dios por permitirme llegar a este punto de mi carrera, por darme buena salud lo cual me hizo cumplir con una meta más en mi vida.

Le dedico este triunfo a mi madre Rosmary Franco. Que ha sido el principal pilar de mi vida por criarme, enseñarme, por el apoyo incondicional siempre, y por ser ese ejemplo de superación que me ha hecho ser una buena persona, lo cual he podido cumplir muchas metas a lo largo de mi vida y ella siempre ha estado a mi lado para todo.

A mi abuela que es mi segunda madre Milagros Parra, por siempre alentarme y darme su amor.

A mi abuelo Antonio Franco, que ha sido un padre para mi, quiero agradecerle este triunfo, y hacerme sentir que me sigue apoyando desde el cielo.

A mi padrino Pablo Peñaloza y mi prima-hermana Gabriela Peñaloza, por siempre apoyarme en todo y ayudarme también a cumplir este sueño de culminar esta hermosa carrera

A mis tíos, que son mi figura paterna, Antonio Franco, Andrés Franco, y Osmer Parra los cuales fueron un pilar muy fundamental para yo poder crecer con el amor de un padre y el apoyo que conlleva eso.

A mi ahijado Eliam Franco, por llegar a darle alegría a mi vida en un momento muy triste, espero ser un gran ejemplo para él, como lo es Antonio Franco para mí.

A toda mi familia Franco Parra, tíos, primos, por su gran apoyo y ayuda siempre para mi.

Y por último a todas esas personas que me abrieron sus puertas y conocimientos para lograr este objetivo tan grande.

Alfonso Castellano

VEREDICTO



VICERRECTORADO ACADÉMICO FACULTAD DE INGENIERÍA

VEREDICTO

Nosotros, **Prof. Yerson González**, **Prof. Roberto Di Michele** y **Prof. Edgardo Paolini**, designados como miembros del Jurado Examinador del Trabajo de Grado titulado: " **CONSTRUCCIÓN DE UN GENERADOR SIN ESCOBILLAS PARA LA UNIVERSIDAD VALLE DEL MOMBOY** ", que presenta la bachiller, **Vásquez Rojo Génesis Fabiana** portadora de la C.I. N° **30.140.198**, nos hemos reunido para revisar dicho trabajo y después de la presentación, defensa e interrogatorio correspondiente lo hemos calificado con: **Diecinueve (19)** puntos, de acuerdo con las normas vigentes dictadas por el Consejo Universitario de la Universidad Valle del Momboy, referente a la evaluación de los Trabajos de Grado para optar al título de Ingeniero de Computación.

En fe de lo cual firmamos en Carvajal a los veintinueve (29) días del mes de octubre del dos mil veinticuatro (2024).

Prof. Edgardo Paolini
C.I: .13.897.564
JURADO

Prof. Yerson González
C.I: 14.149.542
TUTOR

Prof. Roberto Di Michele
C.I. 19.794.45513
PRESIDENTE DEL JURADO



Profa. Yumary Valecillos
C.I. 14.151.309
DECANO



Prof. Zaida Kassar
C.I. 9.175.011
**VICERRECTORA
ACADEMICA**



+58 412 2263605



www.uvm.edu.ve



universidadvalledelmomboy@uvm.edu.ve



**VICERRECTORADO ACADÉMICO
FACULTAD DE INGENIERÍA**

VEREDICTO

Nosotros, **Prof. Yerson González ,Prof. Roberto Di Michele y Prof. Edgardo Paolini**, designados como miembros del Jurado Examinador del Trabajo de Grado titulado: " **CONSTRUCCIÓN DE UN GENERADOR SIN ESCOBILLAS PARA LA UNIVERSIDAD VALLE DEL MOMBOY** ", que presenta el bachiller **Castellano Franco Alfonso José**, portador de la C.I. N° **30.302.065** ,nos hemos reunido para revisar dicho trabajo y después de la presentación, defensa e interrogatorio correspondiente lo hemos calificado con: **Diecinueve (19) puntos**, de acuerdo con las normas vigentes dictadas por el Consejo Universitario de la Universidad Valle del Momboy, referente a la evaluación de los Trabajos de Grado para optar al título de Ingeniero de Computación.

En fe de lo cual firmamos en Carvajal a los veintinueve (29) días del mes de octubre del dos mil veinticuatro (2024).

Prof. Edgardo Paolini
C.I.: 13.897.564
JURADO

Prof. Yerson González
C.I.: 14.149.542
TUTOR

Prof. Roberto Di Michele
C.I. 19.794.45513
PRESIDENTE DEL JURADO



Profa. Yumary Valecillos
C.I. 14.151.309
DECANO



Prof. Zaida Kassar
C.I. 9.175.011
**VICERRECTORA
ACADEMICA**



+58 412 2263605



www.uvm.edu.ve



universidadvalledelmomboy@uvm.edu.ve

**UNIVERSIDAD VALLE DEL MOMBOY
VICERRECTORADO ACADÉMICO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA INGENIERÍA EN COMPUTACIÓN**

**CONSTRUCCIÓN DE UN GENERADOR SIN ESCOBILLAS PARA LA UNIVERSIDAD
VALLE DEL MOMBOY**

Autor(es): Br. Alfonso Castellano
Br. Génesis Vásquez
Tutor: Edgardo Paolini
Año: 2024

RESUMEN

Gracias a los sensores Hall y a un control electrónico avanzado, los motores BLDC pueden operar sin las escobillas mecánicas que limitan la vida útil y el rendimiento de otros motores. Este trabajo presenta como objetivo elaborar un generador eficiente y sostenible que emplee la tecnología sin escobillas para el flujo eléctrico de la universidad, en el uso de los recursos tecnológicos eléctricos para el avance del capital social en la comunidad universitaria. El paradigma cuantitativo, se apoya bajo un diseño experimental. Para la recopilación de la información se empleó la encuesta y como instrumento, se utilizó un cuestionario de dieciséis ítems, basado en escala Likert en el grado de probabilidades. La población oscila de 03 profesores y 10 estudiantes pertenecientes a las distintas áreas de ingeniería: electrónica, mantenimiento y computación. Los resultados señalan que la dinámica de pruebas y ajustes fue clave para lograr la construcción del generador sin escobillas. La planificación y la iteración constante durante las pruebas superaron los problemas relacionados con la capacidad del generador, la resistencia de los materiales y la precisión de los cálculos. Se concluye que mediante el estudio técnico se logró conocer los componentes precisos para la construcción de la máquina, así como el costo de cada una de las unidades específicas. La construcción del generador sin escobillas estuvo sujeto a parámetros de evaluación que miden su funcionamiento. La aplicabilidad de consultas, e intercambio de ideas, generó un aprendizaje colaborativo, entre estudiantes, profesores de ingeniería, computación y comunidad, asentando, las bases del capital social. No obstante, el generador fue optimizado para funcionar de manera estable y confiable, ofreciendo una solución energética sostenible para la universidad.

Palabras clave: Motores BDLC, Tecnología sin escobillas, Flujo eléctrico.

**UNIVERSIDAD VALLE DEL MOMBOY
VICERRECTORADO ACADÉMICO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA INGENIERÍA EN COMPUTACIÓN**

**CONSTRUCTION OF A BRUSHLESS GENERATOR FOR VALLE DEL MOMBOY
UNIVERSITY**

Author(s): Alfonso Castellano
Génesis Vásquez
Advisor: Edgardo Paolini
Year: 2024

ABSTRACT

Thanks to Hall sensors and advanced electronic control, BLDC motors can operate without the mechanical brushes that limit the lifespan and performance of other motors. This work aims to develop an efficient and sustainable generator that employs brushless technology for the electrical flow of the Valle del Momboy University, promoting the use of electrical technological resources for the development of social capital in the university community. The study is based on a quantitative paradigm and supported by an experimental design. For data collection, a survey was used, and a 16-item questionnaire based on Likert scale of probabilities. The population ranges from 3 professors and 10 students belonging to different engineering areas: electronics, maintenance, and computing. The results indicate that the dynamics of testing and adjustments were key to achieving the construction of the brushless generator. Planning and constant iteration during the tests overcame problems related to generator's capacity, resistance and accuracy. It's concluded through the technical study that is possible to know the components for the construction of the machine precisely, as well as the cost of each of units. The construction of the brushless generator was subject to certain evaluation criteria that determine its operation. The applicability of consultations and the exchange of ideas generated collaborative learning among students, professors in the areas of industrial engineering, computing, and the community, laying the foundations of social capital. However, the generator was optimized to operate in a stable and reliable manner, offering a sustainable energy for the objectives of the University.

Keywords: BLDC motors, Brushless technology, Electric flow

INDICE

AGRADECIMIENTO	3
AGRADECIMIENTO	4
DEDICATORIA	5
DEDICATORIA	6
VEREDICTO	7
RESUMEN	9
ABSTRACT	10
INDICE	11
INDICE DE TABLAS	14
INDICE DE FIGURAS.....	15
INTRODUCCIÓN	16
I FASE DE PLANIFICACIÓN	18
Diagnóstico Situacional	18
Problemas de la Investigación	20
Problema general	20
Problemas específicos.....	20
Formulación de Objetivos.....	21
Objetivo general.....	21
Objetivos específicos	21

Justificación de la Investigación	21
Delimitación.....	22
Revisión de la literatura	22
Estudios Previos.....	23
Nacionales.....	23
Internacionales	24
Bases teóricas.....	25
Bases legales	31
Definición de términos básicos.....	31
II. FASE DE IMPLEMENTACIÓN.....	36
Diseño de la investigación	36
Población.....	36
Muestra	36
Diseño de instrumento y recolección de datos.....	37
Validación del Instrumento.....	37
Confiabilidad del Instrumento	37
Análisis de datos	39
Análisis de los Resultados (Variable - Dimensiones).....	49
III. FASE DE PRESENTACIÓN	52
Conclusiones.....	52

Recomendaciones 54

Fase de Validación y Optimización: 58

Conclusión del proceso 59

REFERENCIAS..... 60

ANEXOS 63

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Cronograma de Planificación	34
Tabla 2 Baremo para analizar los resultados	39
Tabla 3 Propiedades de los Generadores sin escobillas.	40
Tabla 4 Fases de un Motor sin escobillas.....	43
Tabla 5 Criterios de un Motor sin escobillas.....	46

INDICE DE FIGURAS

Gráfico 1 Propiedades de los Generadores sin escobillas.....	43
Gráfico 2 Fases de un Motor sin escobillas.....	46
Gráfico 3 Criterios de evaluación para un generador sin escobillas.....	49

INTRODUCCIÓN

En la sociedad actual la fuente fundamental de energía está representada por la electricidad, considerándose un elemento para la interacción del ser humano, en su protagonismo por contribuir al desarrollo de las regiones que conforman un país. En este escenario es difícil asumir una versión de ausencia acerca del uso de la electricidad, por cuanto está proporcionando el hombre mejores condiciones de vida, motivándolo al logro de avances tecnológicos.

Desde la perspectiva señalada la electricidad, tiene un impacto social relevante ya que su uso eficiente, reduce a la contaminación del aire, generando ahorro económico, entre otros. Es por ello que sin energía eléctrica no sería posible el estilo de vida que a día de hoy comparte el recurso humano en el cumplimiento de roles, responsabilidades en el contexto donde se desenvuelve.

En correspondencia con lo anterior, es primordial reconocer el avance de la electricidad en el mundo globalizado, su aplicación ha permitido un desarrollo sin igual en ámbitos científicos, tecnológicos y económicos en la vida. Con esta visión la energía eléctrica se le reconoce como el factor determinante para la innovación en robótica, internet, generadores, transistores, radio, telefonía, corrientes alternas obteniéndose significativos inventos y aportes al desenvolvimiento del capital social en su entorno.

Desde las consideraciones de avance de la electricidad como energía en la producción de experiencias creativas, innovadoras se encuentran los generadores sin escobillas, considerado un motor eléctrico. Específicamente, éstos generadores son utilizados en el sector tecnológico industrial.

En correspondencia con la demanda en aumento de la energía se hace necesario explorar nuevos paradigmas para satisfacer las exigencias de un nuevo suministro eléctrico sostenible y

en éste entorno los generadores sin escobilla construyen un nuevo modelo reconociendo el rendimiento y las exigencias de la sociedad donde el aprendizaje es holístico para el desarrollo humano.

En virtud de la filosofía de la Universidad Valle del Momboy y bajo los lineamientos de la facultad de ingeniería en el área de investigación, como búsqueda del conocimiento científico, se asume la elaboración del presente estudio, cuyo objetivo general es construir el generador sin escobillas. En éste sentido el saber la información a ser consolidada, responde a la finalidad de impulsar el uso de los recursos tecnológicos eléctricos para el desarrollo del capital social en la comunidad universitaria, en base a la experiencia de indagación presenta un propósito de actualización para que el trabajo especial de grado sea práctico y útil al egresado como Ingeniero en Computación.

Es de señalar que el desarrollo del estudio se corresponde con una estructura metodológica en fases, resaltando que en la planificación se realizó un diagnóstico situacional redactándose el problema de investigación: generales y específicos. Asimismo la elaboración de los objetivos que guían la búsqueda del conocimiento sustentado en la objetividad, bases teóricas, cronograma y operacionalización de la variable. En la segunda fase denominada implementación comprende: diseño, población, muestra, elaboración de instrumentos para la recolección de información, validación, confiabilidad, análisis de datos y resultados.

Finalmente la fase III hace referencia a la presentación detallando conclusiones, sugerencias, metodología de la propuesta, referencias y anexos.

I FASE DE PLANIFICACIÓN

Diagnóstico Situacional

La demanda de energía eléctrica es algo que ha sufrido grandes cambios en los últimos años, ha fluctuado significativamente con el tiempo, la razón de los mismos, es consecuencia de su uso industrial, educativo y doméstico, presentando como factor principal el tipo de electrodomésticos y aparatos empleados en diversas actividades, a cualquier hora del día o condición climática, trabajando cada uno de ellos en conjunto y afectando el consumo eléctrico.

Una gran cantidad de países con recursos insuficientes para mantener una estabilidad en el sistema eléctrico sufren a diario cortes de energía por no poder sustentar la gran demanda actual, algunos no poseen las herramientas, otros no cuentan con la economía necesaria, y el resto no tienen una fuente sólida para cubrir el crecimiento poblacional, por lo que es necesario buscar alternativas para estabilizar o mejorar este servicio que es tan esencial en la vida diaria y a nivel mundial.

Todos estos problemas han desembocado en la predilección de los generadores sin escobillas, y aumentando así su aplicación y uso en los campos industriales para así sustentar las necesidades eléctricas de grandes empresas y poder lograr una producción apta para la sociedad, mejorando también el arranque y estabilidad de los mecanismos en cuestión

Es por ello el importante surgimiento de los motores sin escobillas en espacios de baja confiabilidad, dada la disposición de generar electricidad de forma independiente, aumentando su capacidad de adaptación en comunidades con mayores fallas eléctricas y obteniendo un suministro estable a sus necesidades, integrando fuentes solares o eólicas.

De acuerdo con (Alberich, 2018, p.44) un generador sin escobillas es capaz de obtener energía limpia el cual es un aporte sostenible al desarrollo global, en absorción de gases de

infecto invernadero lo que influye positivamente en el cambio climático transformándose en una tecnología innovadora, efectiva y permutable.

Por consiguiente, los países latinoamericanos están compuestos en primer lugar por hidrocarburos como el petróleo o el gas natural, por su alto consumo en áreas productivas como la industria y el transporte. En concordancia con (Harper, 2015, p.25) expone que la hidroelectricidad es una de la principales fuentes de energía en Ecuador, generando el 57.97% de la corriente eléctrica.

Venezuela ha desaprovechado mucho este campo, es evidente que cuenta con zonas donde se puede valer de generadores eólicos sin escobillas para aumentar su producción en zonas como Zulia, Falcón y Sucre, sacando así mucha ventaja de los constantes vientos y climas de esas áreas; y desligándose en parte de otras dependencias energéticas y climatológicas. Dichos proyectos planteados se han abordado, pero sin un desenlace concreto debido a razones desconocidas, en ello podemos ver la intención de avanzar tecnológicamente enfrentando problemas naturales actuales.

Es preocupante que éste país con la capacidad de abarcar el consumo eléctrico, no logre el objetivo y esté sufriendo constantes fallas eléctricas actualmente, generando así el descontento y disminuyendo la calidad de vida conforme avanza el tiempo y crece la población; en el año 2020 cerró con un preocupante aumento de 22% en cuanto a fallas eléctricas, visto esto, es necesario el hecho de expandir y diversificar el suministro eléctrico, para contar así con respaldos en casos de falla y logrando un servicio confiable para toda la población.

En vista de esta situación, la región trujillana, específicamente la Universidad Valle del Momboy, sede Estovacuy, ubicada en el municipio San Rafael de Carvajal, la cual también es víctima de la problemática presente, optó por realizar observaciones y entrevistas para

evidenciar la obligación de solucionar esta debilidad mediante un mecanismo el cual logre generar una alternativa eléctrica de respaldo, como lo es un generador sin escobillas.

Por tal razón, las frecuentes caídas en el servicio eléctrico resultan como consecuencia el desequilibrio e inestabilidad tanto en el sistema como en los dispositivos eléctricos. En efecto la construcción de un generador sin escobillas provee confianza y estabilidad a los equipos existentes en la Universidad, permitiendo la continuidad de cada una de las actividades diarias.

Problemas de la Investigación

Problema general

- ¿Qué impacto tendrá la construcción de un generador sin escobillas para la Universidad Valle del Momboy?

Problemas específicos

- ¿Por qué es relevante efectuar un estudio técnico para la construcción de un generador sin escobillas?
- ¿Qué componentes y herramientas se requieren para construir un generador sin escobillas?
- ¿Cómo demostrar la efectividad del funcionamiento del generador sin escobillas?
- ¿Cuáles son los beneficios que obtiene la comunidad universitaria con la construcción del generador sin escobillas?

Formulación de Objetivos

Objetivo general

Construir un generador sin escobillas para la Universidad Valle del Momboy, eficiente y sostenible que emplee la tecnología para el flujo eléctrico, impulsando el uso de los recursos tecnológicos para el desarrollo del capital social.

Objetivos específicos

- Realizar un estudio técnico que permita la identificación de los componentes de un generador sin escobillas
- Construir un generador sin escobillas utilizando los datos obtenidos en el estudio técnico
- Demostrar la efectividad del generador sin escobillas mediante criterios de evaluación
- Fomentar el capital social dentro de la comunidad universitaria incorporando conocimientos y experiencias en el proceso de construcción

Justificación de la Investigación

Con la implementación de éste proyecto se busca lograr un avance tecnológico en la Universidad Valle del Momboy, conocer el funcionamiento y los principios de un generador de energía, así como la ventaja que ofrece tener estos tipos de fuente renovable como alternativa a las convencionales.

La implementación de un generador sin escobillas propone gran utilidad para la comunidad estudiantil, principalmente como herramienta o plataforma de estudio para futuros proyectos, dando a conocer la capacidad de usar energías renovables a los estudiantes y logrando

la confianza a la hora de llevar a cabo algún evento o actividad relacionada, además de incentivar la investigación y el deseo de conocer nuevas tecnologías.

La incorporación de un generador sin escobillas busca demostrar el amplio funcionamiento y duración, así como la eficiencia en largos plazos de trabajo, dando resultados confiables y siendo muy rentable al evitar el desgaste de los elementos que lo conforman

La implementación de un generador sin escobillas concede a los estudiantes una amplia gama de posibilidades, como lo es, evidentemente su estudio, ya que funciona no solo como herramienta sino también como medio para llevar a cabo investigaciones más profundas de este campo y fomentar así el desarrollo de ingenieros capaces de contribuir en el área de energías y fuentes renovables.

Delimitación

Espacial: Está enfocado en la aplicación práctica, incorporando la participación de la comunidad universitaria en la Universidad Valle del Momboy, sede Estovacuy, Carvajal, Edo. Trujillo

Temporal: El desarrollo del proyecto comprende un periodo de cuatro meses, desde el mes de junio hasta septiembre de 2024 en el siguiente orden: Estudio Técnico, Diseño y obtención de componentes necesarios, Construcción y finalmente la Presentación

Revisión de la literatura

Según Boldea y Tutelea (2016) la revisión de la literatura en una investigación consiste en identificar, consultar y obtener conocimientos, e información relacionada con la temática que es objeto de estudio, de igual manera toda literatura al ser revisada proporciona una visión objetiva, holística y veraz de la situación problema que se analiza, interpreta y reflexiona, en

concordancia con la visión del autor citado se puede decir que en este caso la revisión de la literatura consistió en precisar el conocimiento científico de los generadores, de manera coincidente los antecedentes o estudios previos que se localizaron en esta investigación ratifican la perspectiva del significado relevante que tiene hoy en día los generados de electricidad los cuales tienen como esencia proporcionar mejores condiciones de vida al recurso humano que interactúa en un contexto determinado, la ausencia de escobillas puede resaltar que al construirse el generador se proporciona a la comunidad universitaria donde se delimitó el estudio ventajas que pueden garantizar una estabilidad de los espacios para el ahorro de la energía eléctrica.

Estudios Previos

Nacionales

En el sector nacional, el proyecto realizado por Morillo N. (2022) que lleva por título “Banco de Carga de Energía Multifuncional alimentado por paneles solares”, el cual presenta un diseño de prototipo portátil, impulsado por energía solar para la solución de necesidades energéticas específicamente de Bolívar Express.

De igual manera, la problemática abordada fue la búsqueda de una solución alternativa a la energía eléctrica por el aumento en la demanda tecnológica y un suministro de respaldo confiable en diversas situaciones. Seguidamente la dirección de Bolívar Express establecieron parámetros específicos para el proyecto, con el objetivo de incentivar una mayor calidad de servicio mediante bancos de energía renovable y minimizando los costos.

Un objetivo primordial de esta investigación es establecer una alternativa a las fuentes tradicionales, así como ampliar este conocimiento en cuanto a generadores, paneles solares y bancos de baterías, indicando los procesos realizados, las encuestas, procedimientos y técnicas

para obtener datos y analizarlos, destacando las investigaciones y procesos metodológicos de Hernández et al. (2010)

La investigación de Morillo N. (2022) titulada “Diseño y Elaboración de un Banco de Carga de Energía Multifuncional Alimentado por Paneles Solares” también comparte ese deseo de crear e innovar generando energía. Este proyecto toma como fundamento el proporcionar alternativas y soluciones eléctricas.

En relación, busca favorecer otras fuentes renovables, evitar fallas eléctricas así como lograr una reducción al daño ambiental que se genera por medio de fuentes comunes, cabe destacar que son generadores pasivos los cuales no usan escobillas, y ofrecen energía segura y limpia.

Estos proyectos de Investigación buscan apoyar e innovar entornos tanto empresariales como educativos venciendo desafíos tecnológicos y alcanzando así un mejor desarrollo intelectual, beneficiando tanto la generación actual como la futura, en muchos aspectos importantes y ofreciendo una solución amigable para el medio ambiente.

Internacionales

En relación con Wallace y Rodríguez (2000) presenta su trabajo titulado “Diseño de un generador de flujo axial con imanes permanentes para aplicaciones eólicas” englobando la urgencia de generadores de alta eficiencia y bajo costo en áreas urbanas. La metodología contiene pruebas, utilizando materiales como imanes de neodimio y resina.

El análisis de los resultados demuestran el rendimiento pero con un alto costo debido a los materiales utilizados. De igual forma, el estudio facilita valiosas referencias para investigaciones relacionadas con la construcción de un generador sin escobillas, destacando alternativas energéticas para la utilización de equipos eléctricos.

De manera similar, la investigación de Agotegaray y Pinzón (2020) posee como título “Motor sin escobillas como generador eléctrico de un aerogenerador”, el cual está aplicado en zonas o áreas remotas resaltando la viabilidad; la metodología enfatiza la remodelación de motores y análisis de desempeño bajo diversas configuraciones de embobinado, a través de bancos de prueba.

Se demuestra la efectividad en el estudio previo, cargando baterías a baja velocidad pero con gran eficiencia; se ha verificado que los motores sin escobillas son una alternativa viable a los de generadores de flujo axial con imanes, apoyándose principalmente en su aplicación y modificación. Como resultado, el cumplimiento de las expectativas bajo una condición urbana se debe a la medición del tiempo, velocidad y dirección del eje vertical. Es por ello que los aerogeneradores, están posicionados como una solución óptima de energía por su diseño adaptable, resistente y efectivo.

Bases teóricas

Motor sin escobillas

Compuesto por un rotor, imanes y un estator con bobinas de cobre, el motor logra su correcto funcionamiento como resultado de inducción electromagnética; cuando el rotor gira las bobinas crean una corriente que puede ser aprovechada o almacenada de múltiples maneras, dando a entender así la complejidad de mecanismos eólicos e hidroeléctricos, y una vez más resaltando su valiosa contribución en la producción y en la sociedad como tal.

Un dato a recalcar es el aumento de potencia en comparación a métodos ordinarios de alimentación, disponiendo de control de velocidad y precisión para diversas aplicaciones desde pequeños artefactos caseros hasta grandes maquinarias.

El motor es conformado por un estator como es mencionado anteriormente, bobinas y una rueda magnética con imanes alojados en ella de una manera cuidadosa y calculada para logra atraerlos pero al mismo tiempo repelerlos los unos a los otros, desempeñando así una función necesaria para la creación de energía eléctrica limpia. Las bobinas son un total de 9, cada una con una cantidad medida de giros de alambre de cobre (calibre 23) esmaltado y un diseño circular.

Fases de un Motor sin escobillas

La interacción de los imanes con el rotor produce un fenómeno que es capaz de generar corriente tratándose el método de inducción. Estos generadores a diferencia de los convencionales, poseen diversas ventajas, al no producir chispas y contando con un bajo nivel de desgaste. Esto permite controlar las bobinas y sincronizar los elementos desempeñando un papel clave en el funcionamiento suave y efectivo.

El cerebro detrás de la investigación en cuestión es la electrónica de potencia, que logra comprender el funcionamiento y hacer válido la comunicación de las bobinas y su preciso funcionamiento para con el generador comprendiendo una serie de algoritmos que hacen su desempeño más eficiente y preciso en cuanto a rendimiento.

En contexto con Hendershot y Miller (2010) este mismo posee una serie de ventajas como lo son: gran nivel de eficiencia, menor desgaste en base al tiempo de operación dando así una mayor vida útil, mayor grado de potencia, diseño compacto y precisión electromecánica (p. 78).

Clasificación de los generadores sin escobillas

Los generadores sin escobillas están clasificados según el diseño y aplicación, resaltando características esenciales como la distribución de los imanes, tipo de conmutación, la geometría

del rotor como del estator. Asimismo aprovechando el campo magnético para proveer la energía sin poseer una fuente externa que produzca la excitación; los mismos, son ideales tanto en energía eólica como hidroeléctrica.

De igual modo, los generadores de corriente continua sin escobillas, recorren una dirección axial y no radial, lo que resulta eficiente para la generación de electricidad eólica, hidroeléctrica e industrial, pero valiéndose de su tamaño y diseño reducidos convirtiéndolos en un sistema compacto y eficiente para cualquier ámbito contando con una gran cantidad de ventajas y ganando confianza en distintas aplicaciones.

En tal sentido, es la opción ideal por su capacidad de controlar la aceleración, eliminando puntos de desgaste obteniendo una conexión directa con la red, simplificando la arquitectura del sistema y reduciendo las pérdidas energéticas. (Chapman, 2015, p64)

Función del Generador

Sin duda los generadores eléctricos sin escobillas, son un avance referido a bajos costos de mantenimiento y mayor eficiencia subrayando la optimización en la conversión de energía, disminuyendo las pérdidas por fricción en el proceso y el desgaste mecánico. En referencia de (Wildi, 2006, p.88)

Propiedades de los Generadores BLDC

En comparación con los motores convencionales los motores BLDC se caracterizan por la reducción de ruido, menor desgaste y larga duración.

En acuerdo con Hendershot y Miller (2010) entre sus propiedades destacan las siguientes:

Rendimiento Energético: No existe fricción mecánica, facilitando esto su arranque y funcionamiento en general.

Durabilidad: La ausencia de escobillas mejora exponencialmente el periodo de vida útil del generador.

Control Electrónico: Controlados mediante dispositivos electrónicos para mejorar su estabilidad y precisión.

Vibración y Ruido: No despiden chispas o ruido mecánico, por ello la ausencia de fricción trabajando más silenciosamente y con menor movimiento.

Densidad de Potencia: Los imanes de neodimio contribuyen al alcance de una potencia mayor y menos necesidad de espacio.

Criterios de evaluación para un generador sin escobillas

En cuestión Hendershot y Miller (2010) exponen que “la Eficiencia Energética, se refiere a la relación entre la energía producida y la energía mecánica suministrada al generador”. Lo cual son varios criterios que pueden variar en base al objetivo deseado y que diseño es el ideal para un fin eficiente recordando un punto importante para definir y lograr un producto de calidad en condiciones de operación.

Se hace una reseña a la densidad de potencia, evaluando que resultados puede entregar según su tamaño, tomando como idea la aplicación en espacios reducidos o donde el peso puede ser factor clave. (Miller, 1989, p.31), explica lo ideal de su aplicación para proyectos compactos y livianos realizando la distorsión armónica total (THD) reflejando ondas limpias y puras para una baja distorsión para todo tipo de aplicaciones.

Con respecto al impacto ambiental, expone Chen (2006) “El criterio de impacto ante el medio ambiente desde la producción hasta la operación del generador”. Un generador de escaso mantenimiento suele tener un menor impacto ambiental.

En base a los principios, la controlabilidad del comportamiento del generador es sencilla a través de dispositivos electrónicos de potencia. Por su parte Pyrhonen (2013, p.22) demuestra que los generadores sin escobillas requieren un sistema más sofisticado, agregando complejidad pero al mismo tiempo, mejorando el rendimiento en ciertas aplicaciones.

Construcción del generador a nivel escala

Para construir un generador sin escobillas, se comienza por definir su estructura y conforme al diseño, se emplean materiales específicos: alambre de cobre, conocido por su excelente conductividad eléctrica, para la creación de bobinas. Las bobinas al ser penetradas por la gran fuerza de los imanes de neodimio, producen estática, éste movimiento rotativo y constante generación de fuerza uno contra otro genera un fenómeno el cual produce energía eléctrica constante siempre y cuando estos dos cumplan con tal motricidad.

Asimismo, se destacan los rodamientos que son componentes mecánicos que facilitan movimiento, reduciendo la fricción y mejora en la eficiencia del movimiento. Además, existen elementos pasivos, como las estructuras mecánicas y los elementos de fijación, que no necesitan una fuente de energía eléctrica para operar, es decir que son componentes esenciales en un proyecto de turbina eólica.

Demostrar la efectividad del generador sin escobillas a nivel escala

El total de la eficiencia energética del prototipo a escala se aplica para medir la cantidad de energía que puede producir, el cual es un factor clave para estipular la rentabilidad y sostenibilidad a largo plazo.

Un aspecto crucial es determinar el grado de precisión de la entrada de energía al generador, tanto en controlabilidad como en mecanismo, permitiendo evaluar su capacidad de responder de manera precisa a las variaciones en la energía de entrada, optimizando la producción de sí misma. Finalmente, es fundamental considerar el costo total del motor, incluyendo todos los gastos de fabricación y pruebas, ya que la viabilidad económica es un factor de importancia para su futura implementación a gran escala.

Diagnosticar exigencia de dispositivos eléctricos

Se debe conocer principalmente los artefactos y herramientas que van a servirse de la capacidad de éste generador para así tener proyectado el banco de energía a usar y poder abarcar todas las necesidades y garantizar estabilidad y seguridad del consumo energético en prevención de cortes inesperados de energía.

Ahora bien esto implica un análisis exhaustivo de su trabajo y consumo. Es determinante considerar ciertos factores como: tiempo de funcionamiento además de la exigencia de los aparatos en cuestión.

Generador eléctrico síncrono

Es un artefacto de maquinaria que posee un giro continuo el cual convierte la energía en alterna, su funcionamiento es complejo, principalmente basándose en velocidad y fricción del rotor, teniendo como elemento la corriente continua, pero al mismo tiempo provee de una fuente de energía alterna hacia el estator, cumpliendo así con la ley de Faraday, y finalmente generando electricidad apta para el uso tanto público como industrial. (Chapman 2015, p. 42).

Bases legales

La construcción de un generador sin escobillas en Venezuela involucra varias leyes y artículos legales, lo cuales se pueden mencionar:

En correspondencia con el art. 127 en la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela define “El derecho y el deber de cada ciudadano proteger el ambiente”. Seguidamente indica “El estado de garantizar el desarrollo sostenible y asegurar que las actividades económicas y productivas no comprometan el equilibrio ecológico”.

En atención a la Ley Orgánica del ambiente (LOA), el art. 9 establece la evaluación del impacto ambiental y socio-cultural destacando todos en correlación con la generación de corriente. Ahora bien, el art. 18 detalla la obligación de los ciudadanos prevenir y mitigar los daños ambientales.

De acuerdo con el art. 56 de la Ley Orgánica de Seguridad y bienestar laboral, es de carácter obligatorio velar por todos los integrantes en todas las fases de un proyecto de generación eléctrica. En seguimiento con la Ley Orgánica del Servicio Eléctrico (LOSE) en Venezuela el sector eléctrico está regulado, es decir, desde la generación de energía en las centrales eléctricas hasta su distribución en las empresas y hogares, únicamente sujetos a normas y controles establecidos por las autoridades.

Definición de términos básicos

Cuando un objeto se mueve emplea fuerza en base a la gravedad creando así energía cinética y puntual asociada a varias características del objeto, manifestando energía potencial en cuanto a su posición, un punto fundamental en la física.

A continuación, se detallan sus piezas y propiedades, según (Coluccio, p.31)

Rodamientos: Componentes mecánicos que facilitan el movimiento relativo entre dos partes, reduciendo la fricción y mejorando la eficiencia del movimiento. Son fundamentales en numerosas aplicaciones industriales y mecánicas.

Imanes: Destacan los de neodimio por su excepcional fuerza magnética, superando a cualquier otro y la tienen en alta remanencia, eso significa que pueden mantener una magnetización significativa.

Bobinas: Están compuestas por un alambre conductor enrollado varias veces alrededor de un núcleo. Cuando se hace pasar corriente eléctrica por este alambre, se produce un campo magnético alrededor de ellas. Se utilizan en motores, transformadores, inductores, relés y muchos otros dispositivos electrónicos.

Fórmulas para las bobinas: Las fórmulas específicas para bobinas dependen de la utilidad y capacidad del circuito. Las comunes son:

Inductancia: $L = (\mu * N^2 * A) / l$, donde L es la inductancia, μ es la permeabilidad del núcleo, N es la cantidad de vueltas, en cuanto A es el área de división transversal del núcleo y l es la longitud del núcleo. Así es la energía almacenada: $W = (1/2) * L * I^2$, donde W es la energía almacenada, L es la inductancia e I es la corriente.

Fórmula para conversión de Hz a RPM: Para realizar el cálculo de la onda es importante reconocer que los Hertz(Hz) se miden en ciclos (1 por segundo) y los RPM(revoluciones por minuto), y llevar cabo la conversión con una fórmula de transformación de Hz a minutos(multiplicar por 60 segundos) obteniendo así la cantidad de revoluciones en base a los Hertz, está relación en el proyecto funciona mediante pares, por lo que tomamos como base la siguiente formula: $RPM = (120 * f) / P$, f es la frecuencia y P la cantidad de polos pares

Tuercas: Elemento mecánico roscado utilizado para fijar tornillos a un objeto.

Tornillos 3/16: Tornillo de un diámetro específico

Arandelas: Pieza metálica, generalmente plana, que se coloca debajo de una tuerca o cabeza de tornillo para distribuir la carga y evitar que se afloje.

Retén: Anillo sintético o metal que se utiliza para evitar fugas de líquidos o gases en un eje u orificio.

Bases de madera: Pieza de madera que sirve como soporte o base para otros elementos.

Mediciones de las bases de maderas: Las mediciones de las bases de madera dependerán de su función y lo suelen medir en centímetros o pulgadas.

Resina: Sustancia orgánica viscosa de origen vegetal o animal, que se solidifica al secarse. Usos comunes: Es una materia prima esencial en la producción de plásticos adhesivos, pinturas y como material de recubrimiento.

Conectores para soldadura: Elementos metálicos que se utilizan para unir cables eléctricos mediante soldadura.

Termocontraible: Tubo de plástico que se encoge cuando se expone al calor, utilizado para aislar y proteger conexiones eléctricas.

Cables calibre 20: Cable eléctrico con un diámetro específico (calibre 20), que determina la fluidez de la corriente.

Tubo galvanizado de hierro con entorno: Tubo de hierro recubierto con una capa de zinc para protegerlo de la corrosión.

Cronograma de Planificación

Tabla 1

Diagrama de Gantt

ACTIVIDADES	JUNIO				JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Documentación y redacción del informe final	■	■	■		■	■	■		■	■	■		■	■	■	
Construcción del generador									■	■	■	■	■	■	■	■
Revisión de Literatura	■	■														
Identificación de componentes			■													
Diseño Técnico del generador				■	■	■										
Estudio Económico					■	■										
Adquisición de materiales y herramientas							■	■	■							
Construcción del generador							■	■	■	■	■	■				
Pruebas y ajustes														■	■	

Fuente: elaboración propia-2024

Tabla 2
Operacionalización de la variable

Objetivo General: Elaborar un generador eficiente y sostenible que emplee la tecnología sin escobillas para el flujo eléctrico de la impresora 3D de la Universidad Valle del Momboy, que impulse el uso de los recursos tecnológicos eléctricos para el desarrollo del capital social en la comunidad universitaria.					
Objetivos Específicos	Variables	Dimensiones	Indicadores	Ítems	
<p>Realizar un estudio técnico y económico que permita la identificación de las propiedades del generador para su elaboración.</p> <p>Construir el generador sin escobillas utilizando las fases, así como los datos y especificaciones obtenidos del estudio técnico.</p> <p>Demostrar la efectividad del generador sin escobilla mediante los criterios de evaluación, desde un prototipo a escala real y funcional.</p> <p>Fomentar el capital social en la comunidad universitaria mediante la integración de conocimientos y experiencias en el proceso de creación del generador.</p>	Construcción de un generador sin escobillas	Propiedades de los Generadores sin escobillas	-Rendimiento Energético	1	
			-Mayor Durabilidad y Menor Mantenimiento	2	
			-Control Electrónico y Regulación Mejorada	3	
			-Menor Ruido y Vibración	4	
			-Mayor Densidad de Potencia	5	
		Estudio técnico	Fases de un Motor sin escobillas	-Rotor y Estator.	6
				-Control electrónico.	7
				-Conmutación y electrónica de potencia.	8
				-Sistema de enfriamiento.	9
				-Generación de corriente alterna (CA).	10
				-Retroalimentación del posicionamiento del rotor.	11
		Capital social	Criterios de evaluación para un generador sin escobillas	-Eficiencia Energética	12
				-Densidad de Potencia	13
				-Calidad de la Onda de Tensión (THD).	14
				-Impacto Ambiental	15
				-Controlabilidad	16

Fuente: Elaboración Propia – 2024

II. FASE DE IMPLEMENTACIÓN

En éste contexto la implementación hace referencia a determinar la ejecución del camino metodológico a seguir, para llevar a lo práctico el logro de los objetivos planteados. Tamayo y Tamayo (1997) sostiene que la fase de implementación es el accionar pragmático de procedimientos para que el investigador obtenga resultados válidos y confiables.

Específicamente en el presente estudio la fase antes mencionada hace referencia a: Diseño de la investigación, población, muestra, diseño de instrumento para la recolección de información de datos, validez y confiabilidad, análisis y resultados. A continuación se sustentan los puntos señalados.

Diseño de la investigación

Según Arias (2006, p.26) consiste en la estrategia general que abarca un conjunto de métodos técnicos, enfoques aplicados en un estudio para abordar una problemática planteada. En esta investigación se identifica un diseño descriptivo por cuanto, se caracteriza la situación problema, con apoyo de un enfoque cuantitativo al cuantificarse respuestas emitidas y en resultados obtenidos.

Población

Para Tamayo y Tamayo (1997) es la totalidad de los informantes que toma parte en la investigación. En este caso la población se conforma con el total de autores del estudio en la cantidad de 3 profesores y 10 estudiantes pertenecientes al área de Ingeniería Industrial y de Computación.

Muestra

En lo que comprende Arias (2006) la muestra es un subconjunto de la población a la vez que resalta la cantidad de individuos seleccionados para su accionar activo en el estudio que se

realiza. En el desarrollo del presente trabajo la muestra fue de 13 individuos quienes aportan información relacionada con la temática abordada para la construcción del generador sin escobillas.

Diseño de instrumento y recolección de datos

Dentro de este marco, Tamayo y Tamayo (1997) explica que el instrumento es un conjunto de preguntas acerca de la problemática de la investigación, considerando reactivos para producir respuestas a las interrogantes elaboradas. En tal estudio se diseñó un instrumento conformado por 16 afirmaciones con alternativas múltiples en relación con la situación problema que es un objeto de investigación. Su función específica es recolectar datos y objetivos.

Validación del Instrumento

Por lo que refiere Arias (2006), la validez es un procedimiento de revisión de la redacción de las preguntas diseñadas que pregunta lo que se quiere saber. Específicamente en el presente estudio la validez fue otorgada por los expertos Chardy Valero Cédula de Identidad N.º V- 9.170.466 Doctor en educación, egresado de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador. Luis Eduardo Paredes Ramírez. Cedula de Identidad N.º V- 12.500.339 Ingeniero Electrónico. Edgar Omaña. Cédula de Identidad N.º V- 11.896.440 Ingeniero en Mantenimiento (ver anexo - A)

Confiabilidad del Instrumento

Según Tamayo y Tamayo (1997) la confiabilidad es definida como un sistema de procesos metodológicos, el cual los resultados sean consistentes y coherentes. En interpretación al autor, la confiabilidad implica la aplicación repetida al mismo sujeto u objeto.

La confiabilidad de un instrumento se expresa numéricamente a través de un coeficiente que varía de 0 a 1, donde valores cercanos a 1 indican una mayor consistencia en las medidas. (Arribas, 2004, p. 191) Conforme al autor reseñado, se aplicó el cálculo de Alfa de Cronbach con la siguiente fórmula.

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left[1 - \frac{\sum Si^2}{St^2} \right]$$

Dónde:

K=Número total de ítems. K= 16

α = Coeficiente de Cronbach. α = 0,65

Si = Varianza por cada ítem. Si=10,15

$\sum Si^2$ = Sumatoria de variación de cada uno. St=26,36

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left[1 - \frac{\sum Si^2}{St^2} \right]$$

Conforme a los cálculos realizados mediante el coeficiente de Cronbach, se evidencia que el instrumento de medición posee una consistencia interna satisfactoria. El valor obtenido de 0.65, al aproximarse a 1, indica una alta correlación entre los ítems que conforman la escala, respaldando así su fiabilidad.

Esta referencia posibilita contextualizar el desempeño de un individuo al compararlo con el de sus pares y así interpretar su desempeño. (Sánchez et al., 2018, p. 23), el siguiente baremo representa un cuadro estadístico general establecido convencionalmente para valorar los avances y su deducción:

Tabla 3**Baremo para analizar los resultados**

Rango	Confiabilidad
0.53 a menos	Confiabilidad Nula
0.54 a 0.59	Confiabilidad
0.60 a 0.65	Confiable
0.66 a 0.71	Muy Confiable
0.72 a 0.99	Excelente Confiabilidad
1	Confiabilidad Perfecta

Fuente: elaboración propia 2024

Análisis de datos

La presente investigación profundiza en el análisis de los datos obtenidos a partir de un cuestionario aplicado a ingenieros en computación e industrial, así como a estudiantes de la Universidad del Valle del Momboy. Los resultados, presentados de manera gráfica y tabular, ofrecen una visión clara y concisa de los datos cuantitativos recolectados. Adicionalmente, se incluye un análisis cualitativo que complementa la información numérica y brinda una interpretación más rica y profunda de la media aritmética de cada ítem.

Tabla 4

Variable: Construcción de un generador sin escobillas

Dimensión: Propiedades de los Generadores sin escobillas.

Ítems	\bar{X}	Indicadores	Alternativas
1	0.46%	Rendimiento Energético	Totalmente en Desacuerdo
2	1.2%	Mayor Durabilidad y Menor Mantenimiento	Totalmente de Acuerdo
3	1.8%	Control Electrónico y Regulación Mejorada	De Acuerdo
4	1.8%	Menor Ruido y Vibración	Totalmente de Acuerdo
5	0.6%	Mayor Densidad de Potencia	Totalmente en Desacuerdo

Fuente: Elaboración propia-2024

Con base en los datos presentados en la tabla, se observa que tanto ingenieros como estudiantes, al responder a las preguntas relacionadas con la construcción de un generador sin escobillas y sus propiedades, evidencian que el indicador “rendimiento energético” se conforma por un ítem, permitiendo medir con mayor rango la dimensión referida, y que ha dado como resultado lo siguiente: conforme a la aplicación de la media aritmética, puede apreciarse que la opinión se impone mediante la alternativa “totalmente en desacuerdo” por arriba de los otros criterios con un puntaje de 0.46%.

Los datos antes mencionados señalan que una proporción del personal encuestado estimo que el argumento reflejado en el ítem del cuestionario no es suficiente para considerar una causal que pudieran generar mayor rendimiento energético de un motor sin escobillas. Sin duda alguna, la mayor eficiencia se atribuye al uso de imanes permanentes, que reducen las pérdidas por fricción y disipación de calor. (Hendershot y Miller, 2010, p. 47).

Según, la evaluación referida en la tabla, se puede evidenciar, que el Ítem N° 2 cuyo indicador es la mayor durabilidad y menor mantenimiento, en concilio con la media

aritmética la alternativa fue “totalmente de acuerdo” obtuvo como resultado 1.2 imponiéndose en mayor número al resto de los otros criterios. Efectivamente, un buen grupo de encuestados consideró que los argumentos descritos en el ítem del cuestionario, obviamente contribuye a una mayor vida operativa del generador.

Para comprender la temática, Boldea y Nasar (2005), en su obra manual de generadores eléctricos destaca que los generadores sin escobillas, radica en su menor requerimiento de cuidado. La ausencia se traduce en una mayor vida útil (p.35)

Conforme a los resultados en la tabla, correspondiente al ítem N° 3 cuyo indicador “Control Electrónico y Regulación Mejorada”, la media aritmética fue de 1.8 perteneciente a la alternativa “De Acuerdo” demostrando un gran número de encuestados, asumiendo que lo reflejado en el ítem del correspondiente cuestionario es viable; efectivamente, el control puede mejorar la estabilidad del voltaje bajo condiciones de carga variable en el generador.

A razón de lo expresado, Ehsani et al. (2005) señala que “el control electrónico en los generadores sin escobillas permite una mayor precisión y estabilidad en la entrega de energía, mejorando su capacidad de respuesta ante variaciones en la carga” (p.65). No obstante, estos generadores sin escobillas están diseñados para ser controlados electrónicamente, lo que permite una mejor regulación de la frecuencia y voltaje.

En seguimiento a los resultados obtenidos según puede apreciarse en la tabla, el Ítem N° 4 para el indicador “menor ruido y vibración”, la alternativa de respuesta que obtuvo un mayor puntaje fue “Totalmente de Acuerdo” de 1.8 % fue la media aritmética, según este resultado los participantes encuestados consideraron que siempre habrá un cierto porcentaje de incidencia para una menor vibración en la operación continua. En tal sentido, vale decir que, la mayor precisión en el control de la corriente y la velocidad del rotor disminuye el ruido y las vibraciones. (Chapman, 2005, p. 54),

En relación, cabe destacar que, cuando hay ausencia de escobillas que pudieran generar chispas o ruido mecánico debido a la fricción, los generadores sin escobillas son más silenciosos en su funcionamiento.

Tal como puede apreciarse en los resultados arrojados de acuerdo al ítem N° 5 cuyo indicador se denomina “mayor densidad de potencia”, la alternativa con mayor índice de puntaje 0.6% fue “Totalmente en Desacuerdo”, esto indica que ciertos participantes discrepan, que en espacios limitados no pueda funcionar un generador, en cortas palabras sostienen que la densidad de potencia del motor puede desarrollarse sin importar el límite de espacio.

Ahondando en la temática, Fitzgerald, Umans y Kingsley (2003), señalan que el diseño sin escobillas permite optimizar el tamaño y el peso de los generadores, haciéndolos más adecuados para aplicaciones en las que el espacio es limitado. Explican los autores que estos son capaces de entregar una mayor densidad de potencia en comparación con los generadores con escobillas.

Gráfico 1

Resultado del Cálculo de la Media Aritmética de la Dimensión: Propiedades de los Generadores sin escobillas.



Fuente: Elaboración propia – 2024

Tabla 5

Variable: Construcción de un generador sin escobillas

Dimensión: Fases de un Motor sin escobillas.

Ítems	\bar{X}	Indicadores	Alternativas
6	2.4%	Rotor y Estátor.	Totalmente de Acuerdo
7	1.3%	Control Electrónico	Totalmente de Acuerdo
8	1.6%	Conmutación y electrónica de potencia	De Acuerdo
9	1.5%	Sistema de enfriamiento	Totalmente de Acuerdo
10	1.0%	Generación de corriente alterna (CA).	En Desacuerdo
11	0.7%	Retroalimentación del posicionamiento del rotor	En Desacuerdo

Fuente: Elaboración propia - 2024

De acuerdo a la tabla referida, y conforme a la dimensión fases de un motor sin escobillas, se describen los resultados del ítem N° 6 cuyo indicador es el Rotor y Estátor la opción más respaldada por los encuestados fue "Totalmente de acuerdo" con una media aritmética de 2.4% lo que representa que la mayoría de personas encuestadas coincidió en su respuesta, señalando que siempre la optimización del entrehierro va a generar energía.

Desde esta perspectiva, se puede pensar que el motor produce electricidad al moverse. La interacción entre los imanes del rotor y las bobinas del estator permite generar electricidad fácilmente en el generador. (Hendershot & Miller, 2010, p. 55)

En concordancia con los resultados expuestos en la tabla precedente, en el Ítem N° 7 para el indicador "Control Electrónico", la alternativa que sobresale con un alto porcentaje es "totalmente de acuerdo" cuya media aritmética de 2.0% Desde esta perspectiva, vale decir que, un grupo de encuestados consideró admisible la implementación de algoritmos de control para el rendimiento y estabilidad del motor eléctrico. En concordancia con lo planteado, Bose, (2011) señala que:

Al contrario de los generadores con escobillas, el motor sin escobillas depende de un controlador electrónico que regula la secuencia de conmutación lo que asegura que el campo generado por las bobinas esté sincronizado con los imanes del rotor. (p.47)

Conforme a los resultados del ítem N° 8, tal como puede apreciarse en la tabla referida, respecto al indicador: Conmutación y electrónica de potencia, la alternativa de respuesta que obtuvo el más alto puntaje fue "De Acuerdo" a la mediana aritmética de 1.6%, tanto los profesores como estudiantes medianamente consideraron que los transistores impactan en la eficiencia del generador. Así lo señala, Hendershot & Miller (2010) "En lugar de un conmutador mecánico, los generadores sin escobillas utilizan una conmutación electrónica, controlada mediante transistores de potencia que regulan la dirección de la corriente en las bobinas del estátor", (p.41).

De los resultados obtenidos puede apreciarse en la tabla descrita, respecto al ítem N° 9 conforme al indicador: “Sistema de enfriamiento”, obtuvo como resultado una media aritmética de 1.5% referente a la alternativa “Totalmente de Acuerdo”; todo esto indica que el número de encuestados manifestaron, ante la situación planteada, es determinante comprender que, para mantener los generadores de gran tamaño dentro de los parámetros operativos seguros, es indispensable un sistema de enfriamiento eficiente. (Dorrell, Knight, 2007, p. 14)

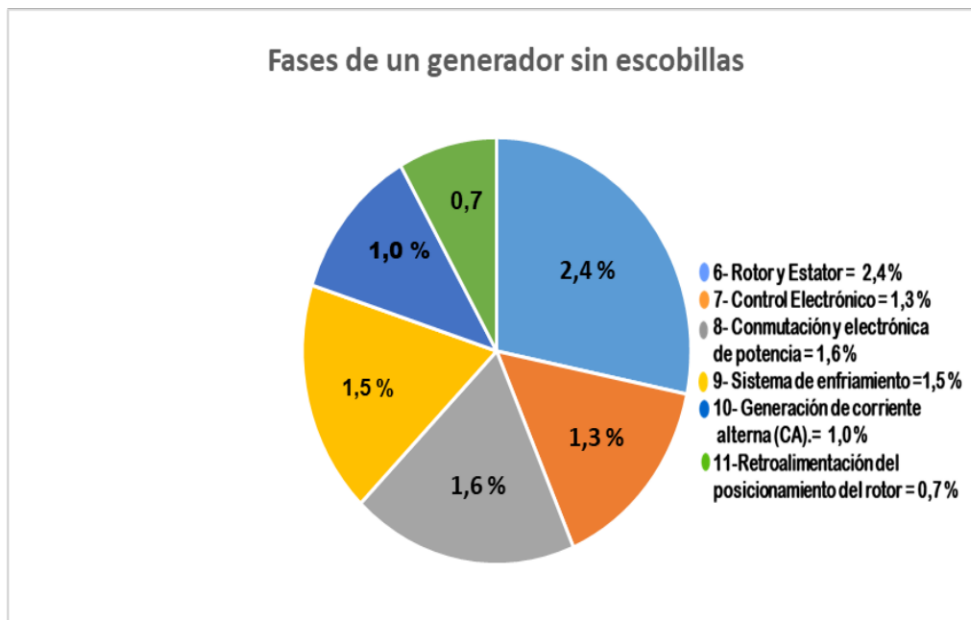
A continuación, se presentan los resultados obtenidos para el ítem número 10, correspondiente al indicador "Generación de corriente alterna (CA)". De acuerdo con la tabla, la media aritmética asociada a la alternativa seleccionada “En Desacuerdo”, fue de 1.0%; esto significa que los participantes encuestados argumentan que la presencia o ausencia de ciertos factores no influye en la calidad de la corriente generada por un motor. En este sentido, se puede inferir que, en la mayoría de las aplicaciones, los generadores sin escobillas producen corriente alterna, la cual suele transformarse en corriente continua según sea necesario (Bose, 2011, p. 74).

De acuerdo con los datos presentados en la tabla, en el ítem número 11, relacionado con la retroalimentación del posicionamiento del rotor, la alternativa "En desacuerdo" obtuvo una media aritmética de 0.7%, siendo la más seleccionada por los encuestados. Estos resultados sugieren que, desde la perspectiva de los participantes, los sensores no son los responsables de generar la retroalimentación en el generador.

Para ampliar un poco el asunto, Dorrell, & Knight (2007), señalan que “se utilizan sensores de posición o técnicas de detección indirecta para saber la posición y ajustar la conmutación electrónica” (p.14).

Gráfico 2

Resultado del promedio Aritmético de la Dimensión: Fases de un Motor sin escobillas



Fuente: Elaboración propia - 2024

Tabla 6

Variable: Construcción de un generador sin escobillas

Dimensión: Criterios de un Motor sin escobillas.

Ítems	\bar{X}	Indicadores	Alternativas
12	2.7%	Eficiencia Energética	Totalmente de Acuerdo
13	1.3%	Densidad de Potencia	De Acuerdo
14	0.3%	Calidad de la Onda de Tensión (THD).	Totalmente en Desacuerdo
15	1.3%	Impacto Ambiental	De Acuerdo
16	1.0%	Controlabilidad	En Desacuerdo

Fuente: Elaboración propia – 2024

Ante los resultados obtenidos y conforme a la tabla referida se puede apreciar que, en la aplicación del instrumento a profesores y estudiantes, cuya dimensión describe los “Criterios de un Motor sin escobillas”, donde el indicador trata de la “Eficiencia Energética” cuyo ítem es el N° 12 y de acuerdo a la aplicación de la medida aritmética, se impone la alternativa de “Totalmente de Acuerdo” por encima de los criterios, indicando que la mayoría de los encuestados coincidió en la importancia de ciertos factores para el rendimiento del motor.

Como señalan Hendershot y Miller (2010), la eficiencia de un generador se determina mediante la relación entre la energía eléctrica útil generada y la energía mecánica suministrada (p.52). Este cociente es un parámetro clave para valorar su rendimiento operativo, como lo demuestran los criterios con un puntaje promedio mayor a 2,7%.

Al analizar las respuestas de los encuestados, se observa un claro consenso sobre la importancia de la densidad de potencia en los generadores. Según los resultados referidos en la tabla, se evidencia en el Ítem N° 13 cuyo indicador es la “Densidad de Potencia”, de acuerdo con la media aritmética la alternativa fue “De Acuerdo” obtuvo como resultado 1.3% imponiéndose en mayor número al resto de los otros criterios.

En este sentido, es necesario conocer que la densidad de potencia, fundamental en aplicaciones donde el tamaño y el peso del equipo están restringidos, ya que permite obtener una alta potencia en un volumen reducido. (Miller, 1989)

Explica el autor, que toda densidad de potencia se refiere a la cantidad de potencia eléctrica que el generador puede producir en relación con su tamaño y peso. Así, los generadores de alta densidad de potencia son muy ventajosos para dispositivos pequeños y portátiles, los resultados de la encuesta indican una sorprendente falta de conciencia sobre la importancia de la calidad de la onda de voltaje en el diseño de estos generadores, sabiendo que un bajo THD es esencial para aplicaciones sensibles a la condición de la energía, sin

embargo, los encuestados no creen que los devanados y los imanes deban optimizarse para minimizar la distorsión armónica.

Además, teniendo los resultados, se puede apreciar en la tabla, en el Ítem N° 15 para el indicador “Impacto Ambiental”, la alternativa de solución obtuvo un mayor puntaje fue “De Acuerdo” arrojó una media aritmética de 1.3% según lo estipulado un alto número de participantes afirmó que es necesario asumir medidas que minimice el impacto ambiental.

Desde esta perspectiva, los generadores sin escobillas, al presentar un diseño con menos componentes móviles y una mayor eficiencia energética, contribuyen de manera sustancial a disminuir las emisiones indirectas de dióxido de carbono derivadas de la generación eléctrica, según, (Chen, 2006).

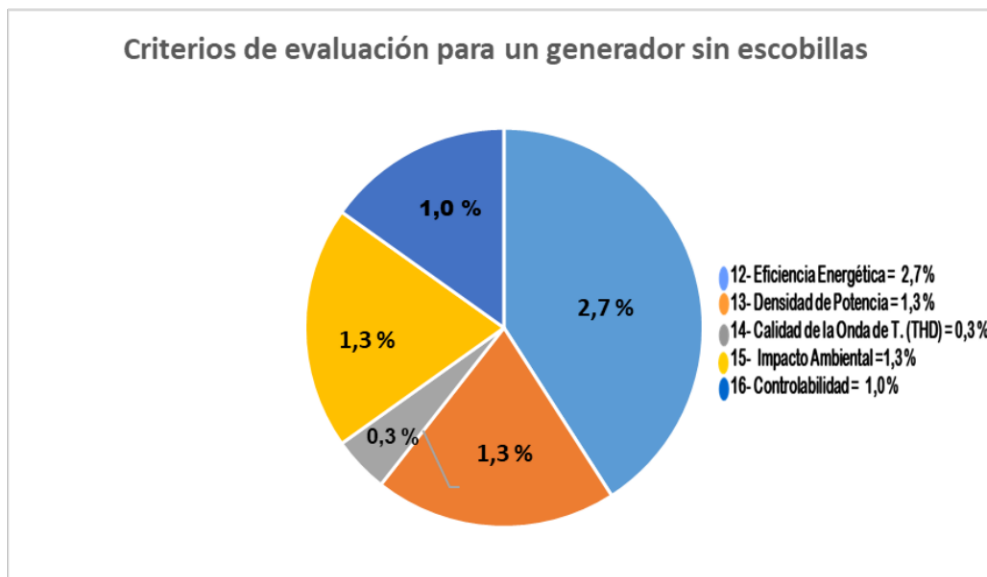
El autor enfatiza que el ciclo de vida de un generador, desde su fabricación hasta su funcionamiento, genera impactos ambientales. Sin embargo, destaca que los generadores sin escobillas, gracias a su menor requerimiento de mantenimiento, contribuyen a minimizar estos impactos.

A partir de la tabla descrita, puede observarse el ítem N° 16 cuyo indicador se refiere a la “Controlabilidad” la alternativa de respuesta fue “En Desacuerdo” con un promedio que resaltó un total de 1.0 % esto significa que la operatividad de un generador no requiere de un controlador avanzado. Cabe destacar, que los sistemas de control regulan y optimizan los parámetros de funcionamiento de los generadores, maximizando su eficiencia y asegurando un suministro eléctrico estable. (Pyrhonen, 2013 p.22).

El autor argumenta que es crucial analizar la viabilidad de regular el generador empleando sistemas electrónicos de potencia. Además, destaca que los generadores sin escobillas exigen controladores más complejos, lo que, si bien incrementa la dificultad, también optimiza su desempeño en determinadas aplicaciones.

Gráfico 3

Resultado del promedio en cuanto a Dimensión: Criterios de evaluación para un generador sin escobillas



Fuente: Elaboración propia - 2024

Análisis de los Resultados (Variable - Dimensiones)

En un análisis exhaustivo, todos los datos (tanto docentes como estudiantes) recolectados haciendo uso de los instrumentos de recolección de datos diseñados para hacer conocimiento de un generador sin escobillas en la Universidad. Considerando cada una de sus partes, destacando entre ellas; las propiedades de los generadores sin escobillas, e indicadores, a continuación se presentaron respuestas (Totalmente en Desacuerdo, En Desacuerdo, De Acuerdo, Totalmente de Acuerdo) para evaluar variables como: Rendimiento Energético, Durabilidad, Mantenimiento, Control Electrónico, Ruido, Vibración y Densidad de Potencia. Los resultados se expresaron como un porcentaje calculado usando aritmética en las respuestas.

Conforme a las dimensiones “propiedades de los generadores sin escobillas”, antes referida, apoyada en los indicadores ya descritos, surgieron las opiniones emitidas por

encuestados donde se impuso la alternativa “De Acuerdo” con un 1.6 % significa que la mayoría de los encuestados considera que estos generadores son altamente eficientes debido a la capacidad de su motor de ajustarse automáticamente a las diferentes demandas de trabajo.

En la segunda dimensión del estudio, se evaluaron las fases de un motor sin escobillas, considerando los componentes clave como rotor, estator, control electrónico, conmutación y electrónica de potencia. Los resultados indicaron que, al evaluar las características de un generador, la mayoría de los encuestados otorgaron mayor relevancia al sistema de enfriamiento, la generación de corriente alterna y el control de posición del rotor." son propios de un generador sin escobillas, tal como se describe en la literatura especializada.

Sistema de enfriamiento, la encuesta reveló que los participantes asociaron correctamente las fases de enfriamiento, consideraron como alternativa de respuesta “Totalmente de Acuerdo” con una media aritmética de 1.6 % en este caso los generadores sin escobillas dependen en gran medida de la generación de corriente alterna y del control del rotor, destacando además que la retroalimentación electrónica, que regula el flujo de corriente, desempeña un papel esencial en la operación eficiente de estos dispositivos."

Respecto a la Tercera Dimensión denominada: “Criterios de evaluación para un generador sin escobillas”, cuyos indicadores parten de: Eficiencia Energética, Densidad de potencia, y la condición de THD, efecto y control ambiental. En base a las consideraciones anteriores, se describe la alternativa de mayor relevancia en dicha dimensión mencionada, fue “Totalmente de Acuerdo”, además coincide con la dimensión anterior, su media aritmética es de 2.6 % hace la diferencia en relación con los demás parámetros. A la luz de estos hechos, los resultados revelan que los participantes conceden una gran importancia a los criterios de evaluación para garantizar el óptimo funcionamiento de los generadores sin escobillas. Estos criterios resultan cruciales para reconocer fallas y anticiparlas en las bobinas. Un mantenimiento preventivo basado en criterios de evaluación específicos permite obtener el

máximo rendimiento del generador, prolongando su vida útil y reduciendo los costos operativos.

Los resultados de Hernández et al. (2010) se centran en la cuantificación de la información, determinando la realidad encontrada con el proceso de indagación del conocimiento veraz y objetivo. Asimismo analíticamente es la visión obtenida de la problemática planteada denotando veracidad

III. FASE DE PRESENTACIÓN

Conclusiones

Tras el análisis, se presentan las respuestas a las interrogantes planteadas en el primer objetivo de la fase de planificación, el cual consiste en el estudio para determinar características del prototipo a construir. Este estudio permitió identificar los componentes necesarios y calcular el costo total del proyecto. No obstante, la adquisición de los imanes, pieza clave del generador, requirió una búsqueda extensa fuera de la región, lo que ocasionó retrasos en el cronograma establecido.

Posteriormente, el segundo objetivo se centró en la construcción del generador sin escobillas, basándose en los resultados y especificaciones del estudio técnico previo. El proceso constructivo, dividido en diversas etapas, permitió llevar a cabo tres pruebas fundamentales para optimizar el diseño del generador. Gracias a una planificación detallada y a un proceso iterativo de pruebas y ajustes, se superaron las dificultades iniciales relacionadas con la capacidad y la resistencia del generador.

Respecto al tercer objetivo, centrado en demostrar la efectividad del generador sin escobillas mediante un prototipo a escala real y funcional, se puede afirmar que el proceso constructivo cumplió con una serie de parámetros evaluativos que determinan el rendimiento de la máquina. Entre estos parámetros destaca la densidad de potencia, corroborada por el rango de voltaje generado por cada bobina, que oscila entre 3 a 8 voltios de aproximación. Asimismo, se evaluó la calidad de la onda de tensión, expresada como la distorsión armónica total, igualmente, se constató que la frecuencia o armónica adicional además de la frecuencia fundamental fue de 167hz indicando que la calidad de la onda de tensión es óptima.

Seguidamente, se destaca el criterio de “controlabilidad”; el periodo de pruebas permitió verificar la capacidad autónoma del generador para ajustar su funcionamiento, desde la velocidad de rotación, el comportamiento del voltaje y la estabilidad del sistema en

respuesta a diferentes niveles de demanda. Finalmente, otro criterio fue el “impacto ambiental” que pudiera producir el generador sin escobillas a la comunidad, éste sería en menor grado ya que su impacto puede atenuarse mediante el reciclaje, lo que a su vez posibilitaría el empleo de fuentes de energía renovables en proceso de producción durante la fabricación y el mantenimiento adecuado durante su operación para maximizar su eficiencia energética.

En otro orden de ideas, vale destacar el uso o aplicabilidad de la máquina o generador de parte del contexto universitario, una de las ventajas sería que puede reducir la dependencia de fuentes de energía contaminantes como (carbón, petróleo) y fomentar el desarrollo social y la protección ambiental a nivel local, coherente con las ideas expuestas.

Los argumentos expuestos indican que los generadores sin escobillas presentan una mayor eficiencia en comparación con los tradicionales con escobillas. Esta superioridad se atribuye a una menor generación de calor residual, lo que se traduce en una mayor eficiencia energética. En consecuencia, el elevado rendimiento de estos generadores contribuye a una reducción en el consumo de recursos para obtener la misma cantidad de energía, mitigando así su impacto ambiental.

Es decir, al construir el generador sin escobillas utilizando especificaciones obtenidas del estudio técnico, el proyecto buscó promover la colaboración interdisciplinaria entre estudiantes y profesores, fomentando el intercambio de conocimientos en la construcción de un generador sin escobillas, a través de consultas y actividades conjuntas, se generó un ambiente de aprendizaje colaborativo que enriqueció el capital social de la comunidad universitaria. Este proceso permitió un aprendizaje mutuo, quienes discutieron conceptos de física y electromagnetismo, aplicados a la construcción y simulación del generador, lo que generó un compartir de conocimientos académicos y evaluar el impacto socioeconómico del proyecto en la comunidad universitaria Valle del Momboy.

Recomendaciones.

1. Involucramiento de la comunidad y contribución Interinstitucional:

Implementar talleres dirigidos a estudiantes, docentes y miembros de la comunidad, con el objetivo de difundir los principios fundamentales del funcionamiento de los generadores eléctricos. Colaboraciones Estratégicas: Establecer alianzas con empresas locales para obtener financiamiento y desplegar el motor sin escobillas, promoviendo el aprendizaje aplicado y la transferencia de tecnología.

2. Investigación y Desarrollo:

Investigación aplicada: Promover estudios que comparen la eficacia energética y el costo-beneficio de los generadores sin escobillas en contraste con la tecnología de generación eléctrica establecidas. Competencias de Innovación: Crear un programa de competencias de innovación donde los estudiantes propongan y desarrollen prototipos, incentivando la creatividad contribuyendo también al pensamiento crítico.

3. Sostenibilidad:

Uso de Recursos Renovables: Investigar la integración de energías renovables (como solar o eólica) para el funcionamiento del generador, fomentando prácticas sostenibles de los instrumentos. Tiempo de duración del Producto: Considerar los materiales, buscando minimizar el impacto ambiental a través del empleo de plásticos biodegradables y reciclados.

4. Difusión y Capital Social:

Foros de Discusión: Organizar eventos académicos y conferencias para difundir los beneficios de los generadores sin escobillas, fomentando la participación de la comunidad en

general y de actores clave del sector. Repositorio Digital: Desarrollar una plataforma virtual para compartir los resultados de las investigaciones, guías prácticas y casos de éxito, facilitando el acceso a la información, promoviendo el aprendizaje colaborativo.

La elaboración del generador sin escobillas para la Universidad Valle del Momboy representa un proyecto innovador y de gran impacto para la comunidad universitaria, Este tipo de generador, también conocido como brushless generator, destaca por su eficiencia energética y durabilidad, ya que no requiere el uso de escobillas, a diferencia de las tradicionales. La investigación pretende diseñar un dispositivo que pueda generar energía de manera eficiente y sostenible, utilizando tecnología sin escobillas para minimizar las pérdidas por fricción y mejorar la respuesta a las variaciones de carga.

La importancia del proyecto trasciende los aspectos técnicos y también tiene una función social crucial, existiendo la oportunidad para que estudiantes, profesores e investigadores trabajen juntos y creen soluciones que tengan un impacto positivo en el medio ambiente. El objetivo es proporcionar una fuente de energía constante que sea adecuada para el uso universitario, como se describe.

La ejecución de este proyecto, que utiliza materiales como alambre de cobre, imanes de neodimio, rodamientos, resina, pega entre otros, destaca la relevancia de emplear recursos eficientes y sostenibles, alineados con las tendencias mundiales de innovación tecnológica, obteniendo así el alcance de ser adoptado como un modelo a seguir por otras organizaciones y comunidades que busquen soluciones energéticas alternativas.

Cabe destacar, que crear un buen motor sin escobillas requiere una serie de pasos cuidadosamente diseñados, desde la selección de componentes hasta el ajuste de las pruebas experimentales. Luego se explica el proceso en detalle, destacando la importancia de cada etapa para la optimización del motor.

Estudio de componentes y acondicionamiento del espacio

El proceso comienza con una búsqueda meticulosa de los materiales necesarios para construir el generador., realmente fue un proceso que implicó realizar una investigación de proveedores en línea y la comparación costo-calidad; como el alambre de cobre, imanes de neodimio, rodamientos, resina epóxica, entre otros. La selección de estos componentes fue fundamental para asegurar que el generador opere con eficiencia y durabilidad, debido que un fallo en alguno de ellos podría comprometer el rendimiento global del generador.

Posteriormente, se procedió al acondicionamiento del espacio para hacer apropiado el manejo de las herramientas, materiales, como cortadoras, taladros, y moldes para la creación de piezas. Además, se aseguró que el área contara con suficiente ventilación y espacio para el trabajo preciso, así como mesas robustas para soportar las herramientas pesadas, el generador en construcción. (Anexo B).

Procedimiento – cálculos

Con el fin de llevar a cabo este procedimiento, se calculó el número óptimo de espiras en la bobina utilizando la Ley de Faraday de la inducción electromagnética. Esta ley establece una relación directa entre la variación del flujo magnético que atraviesa una bobina y la tensión eléctrica inducida en ella.

Datos conocidos:

N (número de vueltas): 500 vueltas

ε (voltaje deseado): 8V

$$\frac{d\Phi}{dt} = \frac{8V}{500} = 0.016 \text{ Weber/s}$$

Se calcula la corriente magnética Φ :

Formula: $\Phi = B \cdot A$

B: 1.2T

$$A: 0.00008\text{m}^2$$

$$\Phi = 1.2\text{T} \times 0.00008\text{m}^2 = 9.6 \times 10^{-5} \text{ Weber}$$

$$\text{Velocidad de rotación necesaria para alcanzar } \frac{d\Phi}{dt} = 0.016 \text{ Weber/s}$$

Dado que la corriente magnética total es 9.6×10^{-5} Weber, la tasa de cambio es:

$$\frac{d\Phi}{dt} = 0.016\text{Weber/s}$$

Para alcanzar esta tasa de cambio con tu corriente magnética de 9.6×10^{-5} Weber, los imanes deben girar de manera que el flujo a través de las vueltas cambie aproximadamente 167 veces por segundo:

$$\frac{0.016 \text{ Weber/s}}{9.6 \times 10^{-5} \text{ Weber}} \approx 167 \text{ ciclos/s (o Hz)}$$

Al generar 8V utilizando 500 vueltas en cada bobina, la tasa de cambio del flujo magnético debe ser de 0.016Weber/s, lo cual requiere que los imanes cambien el flujo magnético a una frecuencia de aproximadamente 167 Hz.

Para ser calculadas las revoluciones por minuto (RPM) del motor en función de la frecuencia se utiliza la siguiente formula:

$$n = \frac{120 \cdot f}{p}$$

n : es la velocidad del generador en revoluciones por minuto (RPM).

f : es la frecuencia del campo magnético en Hertz (Hz).

p : es el número de pares de polos del motor.

$$n = \frac{120 \cdot 167}{18}$$

$$n = 1113.33 \text{ RPM}$$

El motor debe girar aproximadamente 1113 rpm para alcanzar una frecuencia de 167 Hz, lo que permitirá generar el voltaje de 8V.

Respecto a los diodos rectificadores en un motor sin escobillas (BLDC, por sus siglas en inglés) se aplica para transformar la corriente alterna (CA) generada por los devanados del motor en corriente continua (CC) utilizable. Un motor sin escobillas, a diferencia de un motor de corriente continua tradicional, genera una señal de salida en forma de pulsos o corriente alterna debido a la conmutación electrónica.

Fase de Validación y Optimización:

Se llevó a cabo una serie de pruebas para evaluar el generador sin escobilla: Entre ellas, destacó la primera prueba, en la cual el diseño del molde para las bobinas de cobre representó un desafío significativo. Inicialmente, el molde estaba diseñado para soportar 150 vueltas de alambre de cobre, pero al avanzar en la elaboración, se determinó que, para alcanzar la potencia deseada, las bobinas necesitaban tener 500 vueltas. Esto obligó a reemplazar los moldes, rediseñándolos para adaptarse al mayor volumen de alambre, lo cual optimizó la densidad magnética y la producción de energía.

En la segunda prueba, se experimentaron problemas con los imanes de neodimio y la resina epóxica utilizada para fijarlos. Debido a la alta resistencia y fuerza de los imanes, algunos se partieron, y no se logró que la pega los mantuviera en su lugar bajo las tensiones generadas durante el funcionamiento del generador. A raíz de este contratiempo, se evidenció la importancia de recalibrar la mezcla de resina y de implementar una distribución más precisa de los imanes, asegurando que queden alineados de manera uniforme para maximizar la eficiencia del campo magnético. (Anexo B).

Seguidamente para la tercera prueba, se realizaron ajustes importantes en los cálculos de diseño. Se recalcularon las distancias entre las bobinas y los imanes, así como las velocidades de rotación requeridas para obtener una corriente eléctrica estable. Es decir, se ubicaron las nueve (9) bobinas en posición según el plano y realizar la conexión, soldadura

respectiva para los cables o alambres de salida. Asimismo, se realizaron los moldes para fijar las bobinas con resina, colocar los imanes de forma alternada (norte y sur).

Posteriormente se ensamblaron todas las bases para colocar el eje en su rodamiento. Finalmente probar funcionamiento con voltímetro. Efectivamente estos ajustes dieron como resultado un generador que fue capaz de producir una salida de corriente de 110v, alcanzando los objetivos establecidos en el diseño.

Conclusión del proceso

Este proceso de pruebas y ajustes fue clave para lograr la construcción eficiente del generador sin escobillas. La planificación meticulosa y la iteración constante durante las pruebas permitieron superar los problemas iniciales relacionados con la capacidad del generador, la resistencia de los componentes y la exactitud de los cálculos, como resultado, el generador fue optimizado para funcionar de manera estable y confiable, ofreciendo una solución energética sostenible para equipos eléctricos de la Universidad Valle del Momboy.

REFERENCIAS

Agotegaray J. y Pinzon A. (2020). Motor sin escobillas como generador eléctrico de un aerogenerador. (Artículo Técnico).

Alberich (2018) Obtenido de Alberich:

Arias, FG (2006). El Proyecto de Investigación. Introducción a la metodología científica. 6ta edición.

Arribas, M. (2004). Diseño y validación de cuestionarios. Disponible en http://enferpro.com/documentos/validacion_cuestionarios.pdf

Boldea y Nasar (2005) Manual de Generadores Eléctricos. Primera edición. México. McGraw Hill.

Boldea y Tutela (2016) Reluctance Electric Machines: Design and Control

Bose, B. K. (2011). Modern Power Electronics and AC Drives. Prentice Hall.

Carroll, A. B. (1979). A Three-Dimensional Conceptual Model of Corporate Social Performance. Academy of Management Review.

Coluccio E. (s/f) Doctora en Ciencias Físicas Energía mecánica. <https://concepto.de/energia-mecanica/>.

Constitución de la República Bolivariana de Venezuela. (s/f) artículo 127.

Chapman, S. (2015). Máquinas Eléctricas. Editorial MC-Graw Hill.

Chapman (2005), Electric Machinery Fundamentals. Editorial MC-Graw Hill

Chen, Z. (2006) Sistemas generadores para aerogeneradores, en: electrónica de potencia para aerogeneradores modernos.

Dorrell, D. G., Knight, A. M., (2007) Máquinas y generadores sin escobillas de imanes permanentes para aplicaciones de energía renovable. Editorial MC-Graw Hill

Ehsani, Gao y Gay (2005) Vehículos modernos eléctricos, híbridos de pila y combustible, fundamentos teoría y diseño. Editorial MC-Graw Hill

Faraday, M. (1831) Investigaciones Experimentales en Electricidad. Editorial MC-Graw Hill

Fitzgerald, Umans y Kingsley (2003) Maquinaria eléctrica. Editorial MC-Graw Hill.

Harper, E. (2015). El ABC de la calidad de la energía eléctrica. Editorial Limusa S.A. Iberdrola.

Hendershot y Miller (2010) Diseño de máquinas de imanes permanentes sin escobillas. Primera edición. Los Ángeles.

Hernández Sampieri, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2010). Metodología de la Investigación. (Quinta Edición). México D.F, México: McGraw-Hill.

Ley Orgánica del ambiente (LOA) (s/f) artículo 9.

Ley Orgánica de Seguridad y bienestar laboral (s/f) artículo 56.

Ley Orgánica del Servicio Eléctrico (LOSE) (s/f)

Maxwell, J. C. (1865). Una Teoría dinámica del campo electromagnético. Transacciones filosóficas de la Sociedad Royal de Londres.

Miller, W. (1989). Philosophy of Social Science

Morillo N. (2022). Banco de carga de energía multifuncional alimentado por paneles solares (tesis ingeniería en computación). Universidad Valle del Momboy. Trujillo, Venezuela. <https://repositorio.uvm.edu.ve/server/api/core/bitstreams/7de7705e-acd4-4c8b-8bd2-253f6f46e32e/content>

Pyrhonen, J. (2013) Diseño de máquinas eléctricas rotativas. 2ª ed. Nueva York, Estados Unidos.

Sánchez, H., Reyes, C. y Mejía, K. (2018). Manual de términos en investigación científica, tecnológica y humanística. Disponible en <https://www.urp.edu.pe/pdf/id/13350/n/libro-manual-de-terminos-en-investigacion.pdf>

Tamayo y Tamayo (1997). El proceso de la Investigación Científica

Wallace R. y Rodríguez A. (2000). Diseño de un generador de flujo axial con imanes permanentes para aplicaciones eólicas

Wildi, T. (2006). Máquinas Eléctricas y sistemas de potencia

ANEXOS A
VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

UNIVERSIDAD VALLE DEL MOMBOY
VICERRECTORADO ACADÉMICO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA EN COMPUTACIÓN




CONSTANCIA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

Quien Suscribe: Ing. Luis Eduardo Paredes-Ramírez titular de la cedula de identidad N° V-12.500.339, hace constar por medio de la presente, que luego de leer, analizar e interpretar el instrumento de recolección de información, elaborado para dar cumplimiento a los objetivos de la investigación titulada: **CONSTRUCCION DE UN GENERADOR SIN ESCOBILLAS PARA LA UNIVERSIDAD VALLE DEL MOMBOY**, que presentan los estudiantes: Alfonso Castellano y Génesis Vásquez, titulares de la cedula de identidad N°:V-30.302.065 y V-30.140.198 considero que el mismo reúne las condiciones necesarias en cuanto a pertinencia, relación variable-dimensión-indicador-ítems, congruencia y estilo de redacción adecuado de los ítems.

En consecuencia, el referido instrumento es válido para los fines previamente establecidos.

Constancia que se expide en la ciudad de Trujillo, a los 12 días del mes de: septiembre de 2024.


Experto: Ing. Electronico
Cedula N° V-12.500.339

UNIVERSIDAD VALLE DEL MOMBOY
VICERRECTORADO ACADÉMICO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA EN COMPUTACIÓN



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

Quien Suscribe Ing. Edgar Omaña, titular de la cedula de identidad N.º V11.896.440, hace constar por medio de la presente, que luego de leer, analizar e interpretar el instrumento de recolección de información, elaborado para dar cumplimiento a los objetivos de la investigación titulada: **CONSTRUCCION DE UN GENERADOR SIN ESCOBILLAS PARA LA UNIVERSIDAD VALLE DEL MOMBOY**, que presentan los estudiantes: Alfonso Castellano y Génesis Vásquez, titulares de la cedula de identidad N.º: 30.302.065; 30.140.198 considero que el mismo reúne las condiciones necesarias en cuanto a pertinencia, relación variable-dimensión-indicador-ítems, congruencia y estilo de redacción adecuado de los ítems.

En consecuencia, el referido instrumento es válido para los fines previamente establecidos.

Constancia que se expide en la ciudad de Trujillo, a los 19 días del mes de: septiembre de 2024.

Experto: Ing. en Mantenimiento
Cédula N.º: 11.896.440

UNIVERSIDAD VALLE DEL MOMBOY
VICERRECTORADO ACADÉMICO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA EN COMPUTACIÓN



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

Quien Suscribe, Chardy Valero titular de la cedula de identidad N° 9170466 hace constar por medio de la presente, que luego de leer, analizar e interpretar el instrumento de recolección de información, elaborado para dar cumplimiento a los objetivos de la investigación titulada: **CONSTRUCCION DE UN GENERADOR SIN ESCOBILLAS PARA LA UNIVERSIDAD VALLE DEL MOMBOY**, que presentan los estudiantes: Alfonso Castellano y Génesis Vásquez, titulares de la cedula de identidad N°: 30.302.065; y 30.140.198 considero que el mismo reúne las condiciones necesarias en cuanto a pertinencia, relación variable-dimensión-indicador-ítems, congruencia y estilo de redacción adecuado de los ítems.

En consecuencia, el referido instrumento es válido para los fines previamente establecidos.

Constancia que se expide en la ciudad de Trujillo, a los 06 días del mes de: septiembre de 2024.

Experto: Dr. Chardy Valero

Cedula N°: 9170466

Cuestionario, aplicado a profesores y estudiantes del área de Ingeniería de Computación e Industrial de la Universidad Valle del Momboy.

Valera, 12 de septiembre de 2024

Estimado Señor (a):

El cuestionario que se presenta tiene como finalidad recoger información sobre la **CONSTRUCCION DE UN GENERADOR SIN ESCOBILLAS PARA LA UNIVERSIDAD VALLE DEL MOMBOY**, dada la importancia de la investigación, se le agradece la mayor sinceridad en la elección de las respuestas en cada una de las preguntas descritas. La información será tratada en forma confidencial y tendrá valor a fin del estudio que se realiza.

- Lea cuidadosamente cada proposición y marque con una (x) la opción que refleja su elección según la escala
- Asegúrese de responder cada uno de los ítems
- Responda cada ítem conforme a su criterio.

La escala a utilizar será la siguiente:

1 = (TD) Totalmente En Desacuerdo

2= (ED) En Desacuerdo

3 = (DA) De Acuerdo

4= (TA) Totalmente de Acuerdo

Atentamente:

Alfonso Castellano

Génesis Vásquez

UNIVERSIDAD VALLE DEL MOMBOY
VICERRECTORADO ACADÉMICO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA EN COMPUTACIÓN



Instrucciones:

A continuación, se presentan una serie de interrogantes en relación a la:
CONSTRUCCION DE UN GENERADOR SIN ESCOBILLAS PARA LA UNIVERSIDAD VALLE DEL MOMBOY. Marca con una (X) la alternativa que más se adapta a tu conocimiento sobre el tema.

Escala: (TD) Totalmente En Desacuerdo, (ED) En Desacuerdo, (DA) De Acuerdo, (TA) Totalmente de Acuerdo.

ÍTEMS	Profesores y Estudiantes del área de ingeniería de Computación de la UVM, con qué frecuencia.	TD	ED	DA	TA
	ÍTEMS	1	2	3	4
	Propiedades de los Generadores sin escobillas. "Rendimiento Energético"				
1	¿Cree usted que el diseño de los imanes permanentes en el rotor afecta a la eficiencia energética de un generador sin escobillas en comparación con los generadores con escobillas?				
	Mayor Durabilidad y Menor Mantenimiento				
2	¿Considera usted que la eliminación de escobillas contribuye al aumento de la vida útil de un generador sin escobillas frente a los generadores tradicionales?				
	Control Electrónico y Regulación Mejorada				

3	¿Considera Ud., que el control electrónico en un generador sin escobillas puede mejorar la estabilidad del voltaje bajo condiciones de carga variable?				
	Menor Ruido y Vibración				
4	¿Cree usted que tendrá algún porcentaje de incidencia la menor vibración en la operación continua y la longevidad del generador sin escobillas para aplicaciones industriales?				
	Mayor Densidad de Potencia				
5	¿Cree usted que podría afectar el tamaño compacto de un generador sin escobillas la capacidad para generar energía en aplicaciones donde el espacio es limitado?				
	Fases de un Motor sin escobillas "Rotor y Estator".				
6	¿Considera usted que es viable optimizar el entrehierro entre el rotor y el estator para minimizar pérdidas o maximizar la generación de energía?				
	Control electrónico.				
7	¿Cree usted que pudiera afectar la implementación de algoritmos de control en tiempo real al rendimiento y la estabilidad del generador sin escobillas?				
	Conmutación y electrónica de potencia				
8	¿Cree Ud. que los distintos tipos de transistores de potencia impacten en la eficiencia global del generador?				
	Sistema de enfriamiento				
9	¿ Considera usted que la vida útil y el rendimiento del generador sin escobillas, está basado en el sistema de enfriamiento?				
	Generación de corriente alterna (CA).				
10	¿Considera usted la existencia de factores que pueden determinar la calidad de la corriente alterna generada por un generador sin escobillas?				
	Retroalimentación del posicionamiento del rotor				

11	¿Considera usted que los sensores generan la retroalimentación precisa del posicionamiento del rotor en generadores sin escobillas?				
	Criterios de evaluación para un generador sin escobillas. "Eficiencia Energética"				
12	¿Cree usted que durante el diseño se pueden considerar ciertos factores que influyen para el rendimiento energético del generador sin escobillas?				
	Densidad de Potencia				
13	¿Considera usted la densidad de potencia del generador sin escobillas en sus aplicaciones puede verse afectada por el espacio y el peso?				
	Calidad de la Onda de Tensión (THD).				
14	¿Cree usted que de algún modo impactaría, el diseño de los devanados y los imanes permanentes en la distorsión armónica total (THD) de un generador sin escobillas?				
	Impacto Ambiental				
15	¿Considera usted que para la fabricación de generadores sin escobillas, se considera necesario asumir medidas para minimizar el impacto ambiental?				
	Controlabilidad				
16	¿Cree usted que el éxito de la operación de un generador sin escobillas, se debe en parte al uso de controladores electrónicos avanzados?				

TABLA DE VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

Por favor lea cuidadosamente cada uno de los ítems que contiene el instrumento, luego según su criterio marque con una "X" en el formato la casilla correspondiente, suministrando si es necesaria, la información que soporte su opinión.

Fecha: 05/09/24

Nombre del Experto:

Aspectos a Evaluar:

Ítem	Claridad				Congruencia				Pertinencia				Observación
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													
14													
15													
16													

A: Excelente B: Bueno C: Regular D: Deficiente

Observaciones Generales: El instrumento cumple con los aspectos a evaluar.

Estudios realizados: Pregrado:

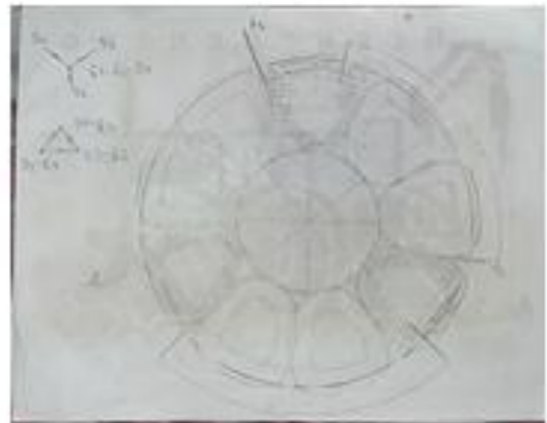
Experto:

Apellidos y Nombres:

Firma:

ANEXO B

Memoria fotográfica: Construcción del generador sin escobillas



ANEXOS B

CONFIABILIDAD DEL INSTRUMENTO – ALFA DE CRONBACH

ENCUESTADOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	SUMA
1	1	2	3	2	1	2	3	2	2	4	3	4	2	4	2	2	39
2	2	2	3	3	2	4	3	2	3	2	3	4	2	2	2	2	41
3	1	3	2	2	4	2	4	3	2	2	3	2	3	2	3	2	40
4	3	2	3	3	2	3	3	3	2	2	3	4	3	2	3	2	43
5	1	4	2	3	1	3	3	3	4	3	2	3	4	3	3	3	45
6	1	4	3	3	3	3	2	3	2	2	3	3	2	2	3	3	42
7	2	1	3	2	4	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	2	43
8	1	2	4	2	3	3	3	3	3	3	2	3	3	2	3	2	42
9	2	3	3	3	1	4	4	4	3	2	3	4	3	4	4	2	49
10	4	2	3	4	1	4	3	4	1	4	4	4	2	4	3	4	51
11	3	4	3	3	4	4	3	3	4	2	4	4	3	4	3	2	53
12	1	4	4	3	2	4	2	4	4	1	4	4	3	4	4	4	52
13	2	4	3	4	4	4	3	4	3	4	4	4	2	4	3	2	54
Varianzas	0,8994	1,0533	0,308	0,438	1,479	0,521	0,3077	0,4379	0,793	0,852	0,44	0,556	0,367	0,84	0,3077	0,5562	26,3668639

$$\alpha = k \frac{1 - \sum Vi}{k-1 Vt}$$

$$\alpha = 0,6559$$

$$k = 16$$

$$Vi = 10,154$$

$$Vt = 26,367$$

α : Alfa de Cronbach

k: Número de ítems

Vi: Varianza de cada ítems

Vt: Varianza del total

ANEXOS C

REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD VALLE DEL MOMBOY
VICERRECTORADO ACADÉMICO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERIA INDUSTRIAL



ACEPTACIÓN DEL TUTOR

San Rafael de Carvajal, Octubre 2024
Ciudadano: Ing. Yumary Valecillos
Directora Del CIDIFI
Presente-

Por medio de la presenta, hago de su conocimiento, que ante la solicitud realizada por los Bachilleres Vásquez Rojo Génesis Fabiana C.I. 30.140.198 y Castellano Franco Alfonso José C.I. 30.302.065, acepto el compromiso de Tutora en el desarrollo de su trabajo de investigación titulado : CONSTRUCCIÓN DE UN GENERADOR SIN ESCOBILLAS PARA LA UNIVERSIDAD VALLE DEL MOMBOY para optar al título universitario de INGENIERO DE COMPUTACIÓN; hasta su presentación y evaluación.

Atentamente,

Ing. Edgardo Paolini
C.I. 13.897.564

UNIVERSIDAD VALLE DEL MOMBOY
VICERRECTORADO ACADÉMICO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi Carácter de Tutor del Trabajo Especial del Grado Titulado: **CONSTRUCCIÓN DE UN GENERADOR SIN ESCOBILLAS PARA LA UNIVERSIDAD VALLE DEL MOMBOY** realizada por los Bachilleres Vásquez Rojo Génesis Fabiana C.I. 30.140.198 y Castellano Franco Alfonso José C.I: 30.302.065, para optar por el título de **Ingeniero de Computación**, considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido ante la presentación pública y la evaluación por parte del jurado que se asigne.

Atentamente,

ING. EDGARDO PAOLINI

C.I. 13.897.564

A los 18 días del mes de Octubre de 2024