

INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO SUDAMERICANO



TECNOLOGÍA SUPERIOR EN ELECTRÓNICA

“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GENERACIÓN ELÉCTRICA HÍBRIDO SOLAR-EÓLICA, PARA UNA VIVIENDA CARENTE DE RECURSOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA, EN LA CIUDAD DE CATAMAYO DURANTE EL PERIODO ABRIL – OCTUBRE 2023”

INFORME DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNÓLOGO EN LA TECNOLOGÍA SUPERIOR EN ELECTRÓNICA

AUTORES:

Carrión Carrión Mike Jair

Herrera Calva Marco Vinicio

DIRECTOR:

Ing. David Paúl Rosales Herrera

Loja, noviembre de 2023

Certificación del director del Proyecto de Investigación de Fin de Carrera**Ing.**

David Paúl Rosales Herrera

DIRECTOR DE INVESTIGACIÓN**CERTIFICA:**

Que ha supervisado el presente proyecto de investigación titulado “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GENERACIÓN ELÉCTRICA HIBRIDO SOLAR-EÓLICA, PARA UNA VIVIENDA CARENTE DE RECURSOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA, EN LA CIUDAD DE CATAMAYO DURANTE EL PERIODO ABRIL – OCTUBRE 2023”, el mismo que cumple con lo establecido por el Instituto Superior Tecnológico Sudamericano; por consiguiente, autorizo su presentación ante el tribunal respectivo.

Loja, 10 de noviembre de 2023

.....
Firma
Ing. David Paúl Rosales Herrera

Autoría

Yo MIKE JAIR CARRION CARRION con C.I. N°0750367062 declaro ser el autor del presente trabajo de tesis titulado DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GENERACIÓN ELÉCTRICA HIBRIDO SOLAR-EÓLICA, PARA UNA VIVIENDA CARENTE DE RECURSOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA, EN LA CIUDAD DE CATAMAYO DURANTE EL PERIODO ABRIL – OCTUBRE 2023, es original e inédito, dejando establecido que aquellos aportes intelectuales de otros autores se han referenciado debidamente en el proyecto de investigación.

Loja, 10 de noviembre del 2023

.....
Firma

C.I. 0750367062

Autoría

Yo MARCO VINICIO HERRERA CALVA con C.I. N°1104640790, declaro ser el autor del presente trabajo de tesis titulado DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GENERACIÓN ELÉCTRICA HÍBRIDO SOLAR-EÓLICA, PARA UNA VIVIENDA CARENTE DE RECURSOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA, EN LA CIUDAD DE CATAMAYO DURANTE EL PERIODO ABRIL – OCTUBRE 2023, es original e inédito, dejando establecido que aquellos aportes intelectuales de otros autores se han referenciado debidamente en el proyecto de investigación.

Loja, 10 de noviembre de 2023

.....
Firma

C.I. 1104640790

Dedicatoria

A Dios, fuente de luz y sabiduría, gracias por iluminar mi camino durante este recorrido académico. Tu guía constante me ha dado fuerzas para superar desafíos y alcanzar este logro.

A mi amada familia, su apoyo inquebrantable ha sido mi motor en cada paso que he dado. Sus palabras de aliento y amor han sido mi inspiración constante. Este logro es también suyo, pues cada victoria mía es un triunfo compartido por todos nosotros.

A mis estimados docentes, su dedicación y conocimiento han forjado mi mente y mi visión del mundo. Gracias por ser guías en mi proceso de aprendizaje y por compartir su pasión por el conocimiento. Su influencia perdurará en mi vida más allá de esta etapa.

Dios, familia y docentes, este logro lleva sus nombres. Que mi camino siga siendo guiado por la luz divina, fortalecido por el amor familiar y enriquecido por el saber que mis docentes me han brindado. Mi más profundo agradecimiento los acompaña en esta travesía y en las que están por venir.

Marco Vinicio Herrera Calva

Dedicatoria

Gracias a Dios, que siempre me guía por el buen camino, él es el que me da esa fuerza y esa sabiduría para seguir adelante no importa que obstáculos se presenten en mi camino, mi único objetivo es de superación.

Mi familia, que siempre me apoya en todo y nunca me dejan solo, mis logros son logros de ellos, me gusta ver a mi familia orgullosa de mí, ellos son mi motivo de superarme día a día y no fracasar, quiero un buen futuro para mi familia, sé que no será fácil, pero con la bendición de DIOS todo me saldrá bien, que sea a su manera y no a la mía que lo que tenga preparado para mí eso será, el único objetivo es superarme.

A los docentes quienes nos han guiado en nuestra etapa estudiantil, mejorando nuestro aprendizaje con sus conocimientos y experiencias, haciendo de nosotros unas personas diferentes cambiando nuestras mentalidades con el único objetivo de superarnos y seguir adelante. Agradecer a Dios, familia, docentes, porque han sido unos buenos guías en toda esta etapa estudiantil, este logro es un logro de ustedes también, seguiré superándome mientras tenga vida, fuerzas y salud.

Mike Jair Carrión Carrión

Agradecimiento

En este momento de logro y gratitud, deseo extender mi más profundo agradecimiento a Dios, fuente de fortaleza y guía en cada paso de mi camino. Su amor incondicional y bendiciones han sido fundamentales para llegar a este punto en esta travesía académica.

A mi querida familia, le expreso mi más eterna gratitud por su constante apoyo, aliento y sacrificio. Ha sido una roca en momentos difíciles y una fuente de inspiración en todo momento. Su confianza en mí, ha impulsado a esforzarme cada día para alcanzar mis metas.

Al Instituto Tecnológico Superior Sudamericano, extiendo mi sincero agradecimiento por brindarme la educación de calidad y las oportunidades de aprendizaje que me han permitido crecer académicamente. Los profesores y el personal han sido fuentes de conocimiento y orientación, y estoy agradecido por la comunidad educativa en la que he sido acogido.

Este logro no habría sido posible sin el respaldo divino, el amor incondicional de mi familia y la educación de excelencia proporcionada por el Instituto Tecnológico Superior Sudamericano. Miro hacia el futuro con gratitud en mi corazón y el compromiso de seguir creciendo y contribuyendo a la sociedad. ¡Gracias!

Marco Vinicio Herrera Calva

Agradecimiento

Este logro, ha sido gracias a Dios, que siempre me guía por el buen camino y no permite que fracase en ningún momento, gracias por todas sus bendiciones por darme salud y fortaleza para llegar hasta donde he llegado, él es mi guía y siempre me acompaña en todo lo que me propongo, mientras su espíritu este conmigo quien contra mí.

Mi querida familia, quiero agradecerles todo lo que han hecho por mí, ese sacrificio que valga la pena, porque ustedes son el motor para superarme día a día, quiero que se sientan orgullosos de mí, no los defraudaré, son todo lo maravilloso que me ha dado Dios, mis logros son suyos y mi felicidad son ustedes.

Al Instituto Tecnológico Superior Sudamericano, agradecerles por brindarme los mejores conocimientos, que hacen que hoy en día sea una persona con mejor visión, gracias a todos los docentes que nos brindaron todos sus conocimientos y experiencias, son un ejemplo de superación que hace que nuestra mentalidad cambie y seguir preparándonos día a día ¡Gracias!

Mike Jair Carrión Carrión

Acta de cesión de derechos

Acta de Cesión de Derechos de Proyecto de Investigación de Fin De Carrera

Conste por el presente documento la Cesión de los Derechos de proyecto de investigación de fin de carrera, de conformidad con las siguientes cláusulas:

PRIMERA. - Por sus propios derechos; el Ing. David Paúl Rosales Herrera, en calidad de Director del proyecto de investigación de fin de carrera; los estudiantes, Marco Vinicio Herrera Calva y Mike Jair Carrión Carrión, en calidad de autores del proyecto de investigación de fin de carrera; mayores de edad emiten la presente acta de cesión de derechos

SEGUNDA. – Marco Vinicio Herrera Calva y Mike Jair Carrión Carrión, realizaron la Investigación titulada “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GENERACIÓN ELÉCTRICA HIBRIDO SOLAR-EÓLICA, PARA UNA VIVIENDA CARENTE DE RECURSOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA, EN LA CIUDAD DE CATAMAYO DURANTE EL PERIODO ABRIL – OCTUBRE 2023”; para optar por el título de Tecnólogo en Electrónica, en el Instituto Superior Tecnológico Sudamericano de Loja, bajo la dirección del Ing. David Paúl Rosales Herrera.

TERCERA. - Es política del Instituto que los proyectos de investigación de fin de carrera se apliquen y materialicen en beneficio de la comunidad.

CUARTA. - Los comparecientes, Ing. David Paúl Rosales Herrera en calidad de Director del proyecto de investigación de fin de carrera y los estudiantes Marco Vinicio Herrera Calva y Mike Jair Carrión Carrión como autores por medio del presente instrumento, tienen a bien ceder en forma gratuita sus derechos de proyecto de investigación de fin de carrera titulado “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GENERACIÓN ELÉCTRICA HIBRIDO SOLAR-EÓLICA, PARA UNA VIVIENDA CARENTE DE RECURSOS DE ENERGÍA

ELÉCTRICA, EN LA CIUDAD DE CATAMAYO DURANTE EL PERIODO ABRIL – OCTUBRE 2023”; a favor del Instituto Superior Tecnológico Sudamericano de Loja; y, conceden autorización para que el Instituto pueda utilizar esta investigación en su beneficio y/o de la comunidad, sin reserva alguna.

QUINTA.- Aceptación.- Las partes declaran que aceptan expresamente todo lo estipulado en la presente cesión de derechos.

Para constancia suscriben la presente cesión de derechos, en la ciudad de Loja, en el mes de septiembre del año 2023.



Firmado electrónicamente por
DAVID PAUL ROSALES
HERRERA

F. _____

Ing. David Paúl Rosales Herrera

C.I. 1104222557

F. _____

Marco Vinicio Herrera Calva

C.I. 1104640790



Firmado electrónicamente por
DAVID PAUL ROSALES
HERRERA

F. _____

Ing. David Paúl Rosales Herrera

C.I. 1104222557

F. _____

Mike Jair Carrión Carrión

C.I. 0750367062

Declaración juramentada

Loja 10 de noviembre del 2023

Nombres: Marco Vinicio**Apellidos:** Herrera Calva**Cédula de Identidad:** 1104640790**Carrera:** Electrónica**Semestre de ejecución del proceso de titulación:** abril 2023 – octubre 2023**Tema de proyecto de investigación de fin de carrera con fines de titulación:**

“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GENERACIÓN ELÉCTRICA HIBRIDO SOLAR-EÓLICA, PARA UNA VIVIENDA CARENTE DE RECURSOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA, EN LA CIUDAD DE CATAMAYO DURANTE EL PERIODO ABRIL – OCTUBRE 2023”

En calidad de estudiante del Instituto Superior Tecnológico Sudamericano de la ciudad de Loja;

Declaro bajo juramento que:

1. Soy autor del trabajo intelectual y de investigación del proyecto de fin de carrera.
2. El trabajo de investigación de fin de carrera no ha sido plagiado ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
3. El trabajo de investigación de fin de carrera presentado no atenta contra derechos de terceros.
4. El trabajo de investigación de fin de carrera no ha sido publicado ni presentado anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.

5. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados. Las imágenes, tablas, gráficas, fotografías y demás son de mi autoría; y en el caso contrario aparecen con las correspondientes citas o fuentes.

Por lo expuesto; mediante la presente asumo frente al INSTITUTO cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido del trabajo de investigación de fin de carrera.

En consecuencia, me hago responsable frente al INSTITUTO y frente a terceros, de cualquier daño que pudiera ocasionar al INSTITUTO o a terceros, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar causa en el trabajo de investigación de fin de carrera presentado, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello.

Asimismo, por la presente me comprometo a asumir además todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse para EL INSTITUTO en favor de terceros por motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontraren causa en el contenido del trabajo de investigación de fin de carrera.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente dispuesta por la LOES y sus respectivos reglamentos y del Instituto Superior Tecnológico Sudamericano de la ciudad de Loja.

Firma

Nro. Cédula 1104640790

Declaración juramentada

Loja, 10 de noviembre de 2023

Nombres: Mike Jair**Apellidos:** Carrión Carrión**Cédula de Identidad:** 0750367062**Carrera:** Electrónica**Semestre de ejecución del proceso de titulación:** abril 2023 – octubre 2023**Tema de proyecto de investigación de fin de carrera con fines de titulación:**

“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GENERACIÓN ELÉCTRICA HIBRIDO SOLAR-EÓLICA, PARA UNA VIVIENDA CARENTE DE RECURSOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA, EN LA CIUDAD DE CATAMAYO DURANTE EL PERIODO ABRIL – OCTUBRE 2023”

En calidad de estudiante del Instituto Superior Tecnológico Sudamericano de la ciudad de Loja;

Declaro bajo juramento que:

6. Soy autor del trabajo intelectual y de investigación del proyecto de fin de carrera.
7. El trabajo de investigación de fin de carrera no ha sido plagiado ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
8. El trabajo de investigación de fin de carrera presentado no atenta contra derechos de terceros.
9. El trabajo de investigación de fin de carrera no ha sido publicado ni presentado anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.

10. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados. Las imágenes, tablas, gráficas, fotografías y demás son de mi autoría; y en el caso contrario aparecen con las correspondientes citas o fuentes.

Por lo expuesto; mediante la presente asumo frente al INSTITUTO cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido del trabajo de investigación de fin de carrera.

En consecuencia, me hago responsable frente al INSTITUTO y frente a terceros, de cualquier daño que pudiera ocasionar al INSTITUTO o a terceros, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar causa en el trabajo de investigación de fin de carrera presentado, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello.

Asimismo, por la presente me comprometo a asumir además todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse para EL INSTITUTO en favor de terceros por motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontraren causa en el contenido del trabajo de investigación de fin de carrera.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente dispuesta por la LOES y sus respectivos reglamentos y del Instituto Superior Tecnológico Sudamericano de la ciudad de Loja.

Firma

Nro. Cédula 0750367062

Índice de contenidos

| | |
|--|------|
| Certificación del director del Proyecto de Investigación de Fin de Carrera | II |
| Autoría | III |
| Autoría | IV |
| Acta de cesión de derechos | IX |
| Declaración juramentada | XI |
| Declaración juramentada | XIII |
| Índice de contenidos | XV |
| Índice de figuras | XVII |
| Índice de tablas | XVII |
| Resumen..... | 1 |
| Abstract | 3 |
| Problema | 5 |
| Tema | 8 |
| Justificación | 9 |
| Objetivos | 11 |
| Objetivo general | 11 |
| Objetivos específicos..... | 11 |
| Marco teórico | 12 |
| Marco Referencial | 12 |
| Marco conceptual | 12 |
| Metodología | 18 |

| | |
|--|----|
| Métodos de investigación..... | 18 |
| Técnicas de investigación..... | 20 |
| Propuesta de acción..... | 22 |
| Hardware | 22 |
| Software | 30 |
| Desarrollo de la propuesta..... | 32 |
| Esquema de hardware | 39 |
| Funcionamiento general del prototipo..... | 39 |
| Pruebas de funcionamiento y resultados | 45 |
| Conclusiones | 52 |
| Recomendaciones | 53 |
| Referencias..... | 55 |
| Anexos | 60 |
| Anexo 5. Cronograma..... | 65 |

Índice de figuras

| | |
|--|----|
| Figura 1 Ciudad de Catamayo..... | 12 |
| Figura 2 Energía solar..... | 13 |
| Figura 3 Energía eólica..... | 13 |
| Figura 4 Sistemas híbridos de energía..... | 14 |
| Figura 5 Energía eléctrica..... | 15 |
| Figura 6 Red de alumbrado público..... | 15 |
| Figura 7 Hardware en sistemas de energía solar..... | 23 |
| Figura 8 Panel solar monocristalino..... | 24 |
| Figura 9 Batería de gel de ciclo profundo de 100 Amp 12V..... | 25 |
| Figura 10 Controlador de carga híbrida..... | 26 |
| Figura 11 Aerogenerador de eje vertical de aspas..... | 27 |
| Figura 12 Inversor de onda cuadrada de 4000 watts..... | 28 |
| Figura 13 Lámparas led de 50 watts..... | 29 |
| Figura 14 Perfilera redonda de metal..... | 30 |
| Figura 15 Pantalla principal menú..... | 31 |
| Figura 16 Configuración de niveles de carga de la batería..... | 31 |
| Figura 17 Tipos de Baterías..... | 32 |
| Figura 18 Diseño de la estructura..... | 33 |
| Figura 19 Armado de aerogenerador..... | 34 |
| Figura 20 Motor y veleta montados en la base metálica..... | 34 |
| Figura 21 Construcción de aspas..... | 35 |
| Figura 22 Colocación de aspas en base de aluminio..... | 35 |

| | | |
|-----------|--|----|
| Figura 23 | Aspas ensambladas | 36 |
| Figura 24 | Lugar donde se ubicarán los carbones..... | 37 |
| Figura 25 | Diseño de cupones para transmitir energía sin necesidad de cables | 37 |
| Figura 26 | Componentes ensamblados | 38 |
| Figura 27 | Montaje de sistema eléctrico con socket para fácil conexión..... | 38 |
| Figura 28 | Arquitectura del sistema..... | 39 |
| Figura 29 | Diagrama de flujo panel solar..... | 42 |
| Figura 30 | Diagrama de flujo Generación eólica..... | 43 |
| Figura 31 | Diagrama de conexión..... | 44 |
| Figura 32 | Datos proporcionados por la aplicación | 47 |
| Figura 33 | Sistema y almacenamiento de energía..... | 48 |
| Figura 34 | Funcionamiento de la aplicación GreenPower | 49 |
| Figura 35 | Compra de materiales. | 66 |
| Figura 36 | Motor brushless de lavadora..... | 66 |
| Figura 37 | Transmisión de lavadora..... | 67 |
| Figura 38 | Diseño de la base, para el aerogenerador. | 67 |
| Figura 39 | Pintando la base del aerogenerador. | 68 |
| Figura 40 | Motor brushless, montado en la base de soporte..... | 68 |
| Figura 41 | Medidas para el diseño de la base, para el aerogenerador y el panel solar. | 69 |
| Figura 42 | Construcción de la estructura metálica, para los materiales del aerogenerador y panel solar..... | 69 |
| Figura 43 | Estructura metálica realizada al 70%. | 70 |
| Figura 44 | Pintando la estructura metálica don ira montado el aerogenerador y panel solar. | 70 |

| | |
|--|----|
| Figura 45 Soldando la base del aerogenerador. | 71 |
| Figura 46 Base metálica del aerogenerador. | 71 |
| Figura 47 | 72 |
| Figura 48 Carbones que utilizamos en el aerogenerador. | 72 |
| Figura 49 Realización de aspas para la generación eólica. | 73 |
| Figura 50 Montando las Aspas en el soporte de aluminio. | 73 |
| Figura 51 Aspas montadas el el soporte de aluminio, para la generación eólica. | 74 |
| Figura 52 Montando el aerogenerador, con las aspas instaladas. | 74 |
| Figura 53 Realizando pruebas del aerogenerador en un 70%. | 75 |
| Figura 54 Aerogenerador y panel solar listos para realizar pruebas. | 75 |
| Figura 55 Instalación de los componentes, utilizados para la generación eólica y panel solar. .. | 76 |
| Figura 56 Instalación de todos los componentes lista para las pruebas. | 76 |
| Figura 57: Decoración del aerogenerador, para darle un mejor aspecto. | 77 |
| Figura 58 Realizando pruebas en el aerogenerador eólico. | 77 |
| Figura 59 Aerogenerador y panel solar listos en un 100% para instalarlo. | 78 |

Índice de tablas

| | | |
|---------|---|----|
| Tabla 1 | Tabla de registro de potencia generada..... | 46 |
| Tabla 2 | Presupuesto de componentes principales del sistema de generación de energía híbrido | 64 |
| Tabla 3 | Cronograma de actividades..... | 65 |

Resumen

El aprovechamiento de los recursos naturales es una manera eficiente y ecológica de generar energía eléctrica para abastecer un hogar. Para ello se ha diseñado y construido un prototipo de generación de energía híbrido, fotovoltaico y eólico. En el caso del aerogenerador convierte por medio de turbinas eólicas la energía cinética en energía eléctrica. Sin embargo, el panel solar es una de las energías más limpias que existe ya que está formado por celdas fotovoltaicas que se encargan de transformar la energía solar en energía eléctrica, estas absorben los fotones del sol y liberan electrones generando así electricidad. Por tal motivo para la elaboración del aerogenerador se inicia con un motor de lavadora el cual en su interior tiene electroimanes que permiten mayor productividad energética, además, se implementa aspas de PVC las mismas que fueron elaboradas basadas en el diseño aerodinámico de un aspa utilizada en los equipos profesionales y de mayor envergadura. Se continúa acoplando un panel solar y un controlador de carga híbrido, este último permite llevar un control adecuado de la carga que se proporciona a la batería y la protege de descargas o carga excesiva alargando la vida útil de la misma. Utilizando el método fenomenológico y hermenéutico se determinó que los procedimientos para medir la cantidad de energía producida por el prototipo, así como el tiempo de carga de la batería de 100Amp, también sirven para determinar la cantidad de electrodomésticos que puede abastecer dentro de un hogar. De esta manera se determina que, durante un día soleado en Catamayo la energía generada por el panel solar desde las 07:00 horas hasta las 18:00 horas registra una potencia máxima de 220W al mediodía, con una generación promedio de 160W a lo largo del día. Esto equivale a una producción de energía de aproximadamente 2.56 kWh en un día. En cambio, a velocidades de viento de 7 m/s, el aerogenerador logró una potencia máxima de 150W a lo largo del día, la potencia promedio

registrada fue de 90W, lo que se traduce en una generación de energía de 2.16 kWh.

Concluyendo de esta manera que el prototipo es eficiente y efectivo para la generación de energía, ya que utiliza algunos materiales reciclados y fáciles de conseguir en el territorio ecuatoriano.

Palabras claves: hibrido, fotovoltaicas , aerogenerador, electroimanes

Abstract

The use of natural resources is an efficient and environmentally friendly way to generate electricity to supply a home. For this purpose, a hybrid photovoltaic and wind power generation prototype has been designed and built. In the case of the wind turbine, it converts kinetic energy into electrical energy by means of wind turbines. However, the solar panel is one of the cleanest energies that exist because it is formed by photovoltaic cells that are responsible for transforming solar energy into electrical energy, these absorb photons from the sun and release electrons thus generating electricity. For this reason for the development of the wind turbine starts with a washing machine engine which inside has electromagnets that allow greater energy productivity, in addition, PVC blades are implemented which were developed based on the aerodynamic design of a blade used in professional and larger equipment. A solar panel and a hybrid charge controller continue to be coupled, the latter allows an adequate control of the load provided to the battery and protects it from discharges or excessive load, thus extending its useful life. Using the phenomenological and hermeneutic method, it was determined that the procedures to measure the amount of energy produced by the prototype, as well as the charging time of the 100Amp battery, also serve to determine the amount of electrical appliances it can supply in a home. In this way it is determined that, during a sunny day in Catamayo the energy generated by the solar panel from 07:00 hours to 18:00 hours registers a maximum power of 220W at noon, with an average generation of 160W throughout the day. This equates to an energy production of approximately 2.56 kWh in a day. In contrast, at wind speeds of 7 m/s, the wind turbine achieved a maximum power of 150W throughout the day, the average power recorded was 90W, which translates to an energy generation of 2.16 kWh. Thus concluding that the prototype is efficient

and effective for the generation of energy, since it uses some recycled and easily available materials in Ecuadorian territory.

Key words: hybrid, photovoltaic, wind turbine, electromagnets.

Problema

La falta de un suministro eléctrico confiable y sostenible de los hogares depende de las fuentes de energía convencionales que pueden ser costosas y no respetuosas con el medio ambiente. Sin embargo, con el proyecto que estamos planteando pretendemos de una manera ecológica generar energía aprovechando los recursos naturales que la naturaleza nos brinda día a día.

La innovación y las buenas ideas han sido parte fundamental del desarrollo industrial durante décadas, en las que la población mundial ha crecido rápidamente, por lo que las necesidades mundiales de suministro de energía y los costos de consumo se han incrementado dramáticamente, aumentando la dependencia de los combustibles fósiles para la producción y suministro de electricidad. Debido a esto, muchas fuentes de energía no son renovables, lo que genera una situación de emergencia debido al aumento de las emisiones de gases contaminantes a la atmósfera (Stiglitz y Greenwald, 2019). Por tanto, es necesario analizar la viabilidad de utilizar estas fuentes sostenibles, la variabilidad del entorno y las dificultades asociadas a la aplicación de estos métodos. La elaboración de este estudio tiene como objetivo la implementación específica de un análisis correlacionado de las teorías científicas que postulan la efectividad del proyecto de integración de energía híbrida (eólica-solar) como fuente de energía para el suministro de energía en los hogares lojanos. Para lograr enriquecer los conocimientos con nuevos conceptos y métodos prácticos que permitan la definición e implementación de un CV específico, que sea una guía confiable para organizar la columna de archivos presentados para el desarrollo del proyecto (Chacha, 2020). Ver la necesidad de verificar la solución correcta a este problema. Por este motivo, se propone desarrollar otro sistema híbrido eólico-solar para garantizar una fuente de energía suficiente. El objetivo es presentar un esquema funcional de un

sistema de energía no convencional que asegure la continuidad de transmisión de voz, video y datos en la región sur del país, considerando la relación costo-beneficio, el impacto social y ambiental y el impacto económico. Así, se crea utilizando este tipo de energía renovable de una manera específica (Viscaíno, 2019). Las fuentes de energía alternativas son actualmente una de las aplicaciones más interesantes a nivel mundial. Según el análisis del observador, existe una gran probabilidad de que esta tecnología se utilice en fincas, casas, y lugares de camping, que incluirá la gestión de este proyecto, la preparación del estudio de viabilidad para la implementación y el proyecto de para la energía eólica híbrida como una solución solar que permita el uso del sistema de suministro de energía propuesto, teniendo en cuenta que esta tecnología se usa solo en ciertos países que evalúan las condiciones ambientales para su correcta implementación, satisfaciendo las necesidades de consumo de energía de la población y reduciendo la tasa de desaparición de recursos naturales no renovables por el uso de recursos naturales "inextinguibles" como el viento y el sol, que producen cantidades importantes de energía. Este estudio se centró en examinar los beneficios de instalar un sistema de energía híbrido (eólico solar) con el fin de identificar otra alternativa al suministro de energía ininterrumpida cumpliendo con los requisitos ambientales y técnicos mínimos.

Para la Implementación de un sistema de generación de energía híbrido no convencional (eólico-solar) que resolverá problemas energéticos en el entorno local. Con esto en mente, se propone introducir sistemas de energía alternativa para, en primer lugar, garantizar la continuidad de la energía en los hogares o lugares en los que se necesite, en segundo lugar, para reducir costos y, en tercer lugar, para mejorar la efectividad, reduciendo el impacto de los generadores diésel en el medio ambiente. En base a esto, se inició el desarrollo de una solución

híbrida eólico-solar como alternativa de solución a los problemas ocasionados por los cortes de energía, que afectan severamente a las telecomunicaciones.

Tema

“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GENERACIÓN ELÉCTRICA HÍBRIDO SOLAR-EÓLICA, PARA UNA VIVIENDA CARENTE DE RECURSOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA, EN LA CIUDAD DE CATAMAYO DURANTE EL PERIODO ABRIL – OCTUBRE 2023”

Línea de investigación: Línea 1: Desarrollo tecnológico, internet de las cosas, big data e innovación en procesos de automatización y sistematización organizacional.

Sublínea de investigación: Automatización y control.

Justificación

Para la realización de este proyecto se tomaron en cuenta las siguientes líneas, Desarrollo tecnológico, internet de las cosas, big data e innovación en procesos de automatización y sistematización organizacional, sub-líneas, automatización y control, que nos ayudará con el desarrollo de nuestro proyecto el cual está basado en la captación y aprovechamiento de los recursos naturales como son la luz solar y el viento, los cuales nos permitirá generar energía limpia sin perjudicar al medio ambiente.

En el marco académico se implementaron todos los conocimientos y experiencias adquiridas a lo largo de la carrera en estos dos años y medio de formación académica dentro de las aulas del Instituto Superior Tecnológico Sudamericano, una formación tecnológica basada en procedimientos técnicos tanto teóricos como prácticos que permiten generar proyectos y trabajos calificados dentro del ámbito electrónico.

En el ámbito social se buscó realizar un proyecto que contribuya con la generación de energía renovable, con el fin de reducir la contaminación ambiental y demostrar que la ciudad de Loja cuenta con la capacidad de innovar en las nuevas tecnologías, colocándose a la par con grandes ciudades europeas donde ya funciona este tipo de proyectos.

En la actualidad, existe una creciente preocupación por el cambio climático y la necesidad de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. La generación de energía eléctrica es uno de los principales contribuyentes a estas emisiones, especialmente cuando se utiliza combustibles fósiles como el carbón o el petróleo. Por lo tanto, es fundamental buscar alternativas más limpias y renovables. El diseño e implementación de un sistema de generación eléctrica híbrido, solar-eólico, se presenta como una solución prometedora para el abastecimiento de energía en lugares donde no cuenten con la red eléctrica convencional. Esta combinación de

energía solar y eólica permite aprovechar los recursos naturales disponibles de manera más eficiente y constante. Al utilizar energía solar, se puede aprovechar la radiación solar para generar electricidad mediante paneles solares fotovoltaicos. Este enfoque permite capturar la energía del sol durante el día y almacenarla en baterías para su uso durante la noche, asegurando así un suministro continuo de energía. Con la energía eólica se pretende por medio de un aerogenerador de eje vertical aprovechar las ráfagas de viento que en el sector frecuentan a diario con el objetivo de mantener las baterías cargadas.

Objetivos

Objetivo general

Diseñar e implementar un sistema de generación eléctrica híbrido, para generar energía limpia para una vivienda que carece de energía eléctrica utilizando un sistema solar-eólica durante el periodo abril – octubre 2023

Objetivos específicos

- Analizar los principales referentes teóricos respecto a los componentes necesarios mediante recursos web, artículos científicos u otros para el diseño de energía solar-eólica.
- Realizar un diagnóstico del sistema de energía convencional en hogares de la ciudad de Loja, realizando estudios sobre la velocidad del viento y la radiación solar en el sector, para la implementación del sistema híbrido.
- Delimitar los procedimientos para el diseño e implementación del sistema híbrido, utilizando los recursos naturales para generación de energía limpia y con ello reducir la contaminación ambiental.
- Evaluar el sistema solar-eólico instalado, realizando estudios sobre la zona de implementación, siendo este el principal objetivo de la fuente de generación de energía.

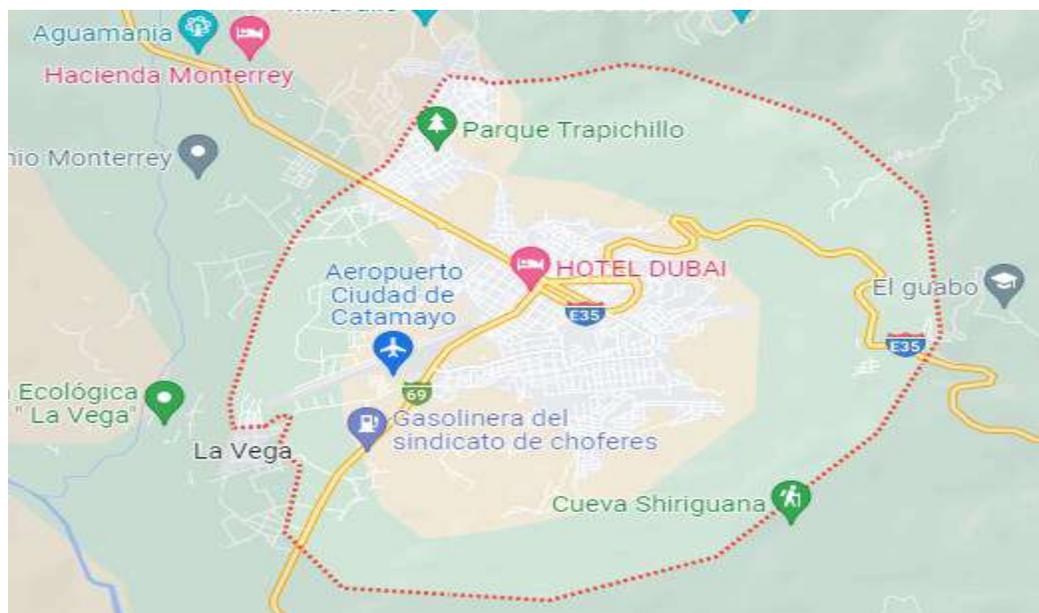
Marco Teórico

Marco Referencial

El proyecto de investigación se enfoca en diseñar y elaborar un prototipo el cual puede ser instalado en una casa, finca o cualquier lugar donde no llegue la energía eléctrica convencional en la ciudad de Catamayo. En la Figura 1 se muestra el mapa de la ciudad. Según estudios realizados por la empresa eléctrica EERSSA, se ha logrado identificar un aumento en el consumo de Kw/h. basado en esta información el proyecto pretende reducir el valor de su planilla de facturación.

Figura 1

Ciudad de Catamayo.



Nota. Elaborado por los autores, adaptado de Google Maps (2023)

Marco conceptual

Energía solar: La energía solar es una forma de energía renovable que se obtiene a partir de la radiación solar. Esta radiación, en forma de luz y calor, es captada y convertida en electricidad o utilizada directamente para calentar agua o espacios. La captación de energía solar

se lleva a cabo a través de paneles solares, que contienen células fotovoltaicas capaces de convertir la luz solar en electricidad. Estas células están compuestas por materiales semiconductores, como el silicio, que generan una corriente eléctrica cuando son expuestas a la luz (acciona, 2020).

Figura 2

Energía solar



Nota. Tomado de endesa (2019)

Energía eólica: La energía eólica es una forma de energía renovable que se obtiene del viento. Se aprovecha la fuerza cinética del viento para convertirla en energía mecánica, que luego puede ser utilizada directamente o convertida en electricidad. La energía eólica se captura mediante aerogeneradores, que son grandes estructuras con hélices o palas que giran impulsadas por el viento. Estas hélices están conectadas a un generador que transforma la energía mecánica en electricidad. Cuanto mayor sea la velocidad del viento, mayor será la cantidad de energía generada (factorenergia, 2018).

Figura 3

Energía eólica



Nota. Tomado de twenergy (2019)

Sistemas híbridos de energía: Los sistemas híbridos de energía son aquellos que combinan diferentes fuentes de energía para satisfacer las necesidades de consumo eléctrico. Estos sistemas suelen combinar fuentes de energía renovable, como la solar, eólica o hidroeléctrica, con fuentes convencionales, como los generadores diésel o sistemas de respaldo con baterías (iberdrola, 2020).

Nota. Elaborado por los autores, adaptado de twenergy (2019)

Figura 4

Sistemas híbridos de energía



Nota. Elaborado por los autores, adaptado de Alarcón (2015)

Energía eléctrica: La energía eléctrica es una forma de energía que se genera mediante el movimiento de cargas eléctricas. Es una de las formas más utilizadas y versátiles de energía, presente en todos los aspectos de nuestra vida cotidiana. La generación de energía eléctrica se lleva a cabo en centrales eléctricas, donde se utilizan diferentes fuentes de energía primaria para producir electricidad. Estas fuentes pueden ser tanto renovables, como la energía solar, eólica, hidroeléctrica o biomasa, como no renovables, como los combustibles fósiles (carbón, gas natural, petróleo) o la energía nuclear (Sandra Roper Portillo, 2020).

Figura 5*Energía eléctrica*

Nota. Tomado de Areatecnología (2020)

Red de alumbrado público: Una red de alumbrado público es un sistema de iluminación instalado en espacios públicos, como calles, plazas, parques y carreteras, con el fin de proporcionar iluminación y seguridad durante las horas nocturnas. Esta red de alumbrado público consta de diferentes elementos. En primer lugar, se encuentran las luminarias o farolas, que son las estructuras que contienen las lámparas o fuentes de luz. Estas luminarias se instalan en postes o columnas colocados estratégicamente a lo largo de las vías públicas.

Figura 6*Red de alumbrado público*

Nota. Tomado de Decología.info (2020)

El trabajo de Iturralde (2021) desarrolló un sistema de generación eléctrica híbrido, aprovechando los recursos naturales del viento y el sol, con el objetivo de abastecer la demanda de una casa comunal en el sector San Isidro Alto de la Parroquia Alaquez, en la provincia de Cotopaxi, Ecuador. Se recopilaron datos de radiación solar y velocidad del viento a lo largo del día y el año, obteniendo un promedio de insolación solar de 4320Wh/m², una heliofanía promedio de 4,3 horas/día y una velocidad de viento promedio de 5 m/s. Con base en estos resultados, se dimensionó un aerogenerador de 600W y un panel solar de 217Wp, se utilizó un banco de baterías de 100Ah a 24V, un controlador de carga de 30A e inversores de 600W de 24V/120V. Además, se implementó una turbina de eje vertical con medidas específicas y una torre de 9 metros de altura. Las pruebas operacionales indicaron que la turbina funciona a partir de una velocidad de viento de 2 m/s. Todos estos componentes se instalaron en la casa comunal, logrando así generar electricidad de manera sostenible en esta área rural.

Por su parte el trabajo de Tocte (2019) aplicó el mismo sistema eléctrico híbrido, pero esta vez para cubrir la demanda energética que requiere la Villa Totoras, garantizando un servicio eléctrico continuo de calidad. La implementación se inició en base a los generadores solar-eólico existentes, por otro lado, se dispone de un banco de baterías el cual permite cubrir los días de autonomía de instalación, al igual que el inversor permite transformar el voltaje continuo en voltaje alterno y por último la bomba que permite extraer agua subterránea. En el transcurso del desarrollo de tesis se describen el resto de componentes utilizados en el sistema, mismo que cuenta con cuatro paneles solares de 100 vatios cada uno, un aerogenerador de 400 vatios instalado a 15m de altura con poste de hormigón, un controlador de carga de 30A, tres baterías de 100Ah cada uno, un inversor de 1600 a 3200 vatios, una bomba de agua de 746

vatios, que interactúan en su estructura y funcionamiento para producir 900 vatios; suficientes para mantener los abrevaderos llenos.

El propósito del trabajo de investigación de Cruzatt y Mendoza (2019) fue implementar un sistema híbrido eólico-solar para la generación de electricidad en la comunidad campesina Llana villa, ubicada en el distrito de Villa el Salvador. Los sistemas híbridos combinan diferentes fuentes de energía, ya sean renovables como la eólica y solar, o no renovables como los combustibles fósiles. La investigación se llevó a cabo mediante un diseño experimental y la técnica de observación directa. La población objetivo fueron las viviendas de la comunidad, y se seleccionó una muestra representativa para la implementación del sistema. Se utilizaron instrumentos como un piranómetro para medir la radiación solar, un anemómetro portátil para medir la velocidad del viento y una pinza amperimétrica para la generación de electricidad. Los datos obtenidos indicaron una radiación solar de 329 W/m² y una velocidad del viento de 3.6 m/s. La generación de electricidad se recopiló en bancos de baterías, con un voltaje promedio de 20 a 24 voltios para el sistema solar y de 17 a 19 voltios para el sistema eólico. El sistema proporcionó un suministro eléctrico de aproximadamente 3 a 4 horas al día, alimentando dos luminarias LED de 10 vatios cada una.

Metodología

Métodos de investigación

Para realizar este proyecto en específico, se utilizaron métodos de investigación particulares que se detallan a continuación: el método fenomenológico, el método hermenéutico y el método práctico proyectual.

Método hermenéutico

El método hermenéutico aplicó un enfoque de análisis que se basa en la interpretación de textos, discursos o fenómenos culturales y sociales. Su objetivo principal es comprender el significado y la intención subyacente en las expresiones humanas, reconociendo que el sentido de un texto o discurso no es unívoco, sino que está influenciado por el contexto histórico, cultural y lingüístico en el que se produce (Merino, 2021). En este sentido, el método hermenéutico busca ir más allá de una mera descripción literal de los textos o fenómenos estudiados, profundizando en la comprensión de sus significados implícitos, simbólicos y culturales. Se nutre de la interpretación contextualizada y de la búsqueda de patrones, similitudes y conexiones significativas para desarrollar una comprensión más completa y enriquecedora.

El enfoque del método hermenéutico se aplica en esta investigación, ya que el investigador se introdujo en el contexto de la generación de energía para los hogares que no cuentan con el suministro eléctrico convencional, con el objetivo de entender su situación y las demandas energéticas relacionadas. En concreto, se estudiaron los conceptos utilizados en el campo de la generación eléctrica híbrida, solar-eólica. El investigador revisó términos técnicos, definiciones y teorías pertinentes para lograr una comprensión firme de los conceptos esenciales involucrados en el estudio. Esta inmersión profunda en el contexto y el estudio del lenguaje y los

conceptos favorecen a una interpretación más completa y precisa de los fenómenos investigados en relación con la generación eléctrica híbrida.

Método fenomenológico

El método fenomenológico en la investigación es un enfoque de investigación cualitativa que se centra en el estudio de las experiencias vividas por un individuo en el mundo. Su objetivo es describir y analizar los fenómenos que han impactado a un individuo o grupo de personas, y cómo los perciben en su situación. La investigación fenomenológica tiene sus raíces en la psicología, la educación y la filosofía (Emiliussen et al., 2021). Algunos de los métodos que utilizan los investigadores fenomenológicos son:

- Observar al sujeto o acceder a registros escritos, como textos, diarios, poesía, música o diarios
- Realizar conversaciones y entrevistas con preguntas abiertas, que permiten a los investigadores hacer que los sujetos se sientan lo suficientemente cómodos.

El enfoque del Método fenomenológico se utiliza en este estudio, ya que el investigador se enfoca en describir y documentar de forma detallada los fenómenos relacionados con el sistema híbrido de generación eléctrica que combina energía solar y eólica. Esto supone recolectar datos, observar y examinar las propiedades y conductas del sistema, así como valorar su efecto en el ambiente. Asimismo, el investigador analiza y organiza los datos obtenidos con el fin de reconocer los elementos fundamentales y las conexiones relevantes del fenómeno sujeto de estudio. Se pretendía hallar patrones, regularidades y temas emergentes a partir de los datos recolectados

Método práctico proyectual

El método proyectual se fundamenta en una secuencia de pasos clave que se estructuran de forma lógica, basándose en la experiencia previa en el ámbito del diseño y la planificación. Su principal objetivo es alcanzar el mejor resultado posible con la menor cantidad de esfuerzo requerido, la ingeniería y otras disciplinas que involucran la creación de proyectos y la resolución de problemas complejos (Sánchez, 2021). El método proyectual proporciona una estructura y un marco de trabajo que guía a los profesionales a lo largo de cada etapa del proceso, desde la concepción inicial hasta la implementación final.

Para desarrollar un sistema híbrido de generación eléctrica que usa energía solar y eólica, se sugiere seguir una serie de etapas que van desde la definición del problema hasta la conclusión de la solución. El proceso implica la creación de ideas, la división del problema en componentes clave, la recolección de datos pertinentes, el examen de los datos obtenidos, el uso de métodos de investigación como cuestionarios, la ejecución de pruebas, la elaboración de modelos y, finalmente, la terminación de la solución

Técnicas de investigación

Técnica de la observación

La observación es una técnica de investigación que implica la recopilación sistemática y directa de datos a través de la percepción visual o auditiva de los fenómenos que ocurren en un entorno determinado. Consiste en la observación detallada y objetiva de eventos, comportamientos, interacciones o cualquier otro aspecto relevante relacionado con el objeto de estudio (Pascual et al., 2021). En el proceso de observación, el investigador se convierte en un observador activo que registra y analiza lo que sucede, sin intervenir directamente en la situación que para este trabajo se centra en el aprovechamiento de recursos naturales para la obtención de

energía en cuestión. La observación puede ser realizada en tiempo real o a través de grabaciones de video o audio, lo que permite su posterior revisión y análisis más detallado. Para esta investigación se usó la observación para examinar a detalle las demandas energéticas del sector donde se realizó la investigación.

Técnica de revisión literaria

La técnica de investigación conocida como revisión documental se enfoca en obtener información con el propósito de estudio, recopilando dicha información de diversas fuentes conservatorias como documentos, libros, bibliografías, publicaciones, estados de conocimiento, tesis, bases de datos, artículos de revistas y fuentes electrónicas disponibles en Internet. Estas fuentes se consideran como depósitos confiables de información para el público y proporcionan una sólida base para la estructuración del proyecto (Casasempere y Vercher, 2020). Esta técnica fue usada para la elaboración del marco teórico de esta investigación

Técnica de prueba y error

Esta técnica tiene como propósito principal recopilar información de manera sistemática y exhaustiva con el fin de abordar y resolver problemas específicos. A través de la recolección y análisis de datos relevantes, se busca comprender la naturaleza del problema en cuestión y encontrar soluciones efectivas. Una de las ventajas notables de este método es que, mediante la realización de pruebas y experimentos dentro del proyecto, se adquiere experiencia práctica que contribuye al aprendizaje continuo y al perfeccionamiento del enfoque utilizado. La principal fortaleza de esta técnica radica en su enfoque basado en la evidencia y en la verificación de la eficacia de las soluciones propuestas. Al implementar pruebas y evaluar los resultados obtenidos, se pueden tomar decisiones fundamentadas y ajustar el enfoque según sea necesario (Díaz,

2020). Esto permite abordar los problemas de manera más efectiva y optimizar el proceso de resolución.

Esta técnica fue usada en el diseño y elaboración de un sistema de generación eléctrica híbrido que combina energía solar y eólica implica una serie de componentes interconectados y variables que deben considerarse, como paneles solares, inversores, medidores y sistemas de almacenamiento de energía. Debido a que cada proyecto puede tener características y requisitos específicos, resulta complicado prever todos los posibles retos y soluciones de antemano. Por ello, la técnica de prueba y error se utiliza para probar diferentes configuraciones y ajustes con el fin de hallar la combinación ideal que cumpla con los objetivos fijados para el proyecto. A través de la experimentación y la valoración de los resultados obtenidos, se pueden detectar y solucionar posibles problemas, así como mejorar el desempeño del sistema. Esta aproximación iterativa permitió realizar cambios y mejoras continuas, hasta que se alcanzó una configuración efectiva y eficiente que respondía a las demandas energéticas planteadas

Propuesta de acción

En el desarrollo de este proyecto de investigación, se llevó a cabo la elección de distintos elementos y materiales, garantizando que cumplieran con las funcionalidades y características requeridas para el adecuado funcionamiento del prototipo. Estas funcionalidades se clasifican en dos categorías principales: hardware y software

Hardware

El hardware se refiere a la parte tangible y física de un sistema electrónico. Consiste en todos los componentes electrónicos, dispositivos periféricos y recursos físicos que se utilizan para el procesamiento, almacenamiento y ejecución de datos. Es lo que se puede tocar y ver físicamente. (Villafuerte, 2019)

Figura 7

Hardware en sistemas de energía solar



Nota. Tomado de andusolar (2020)

Panel solar monocristalino de 200 watts

Los paneles solares monocristalinos son una de las dos tecnologías predominantes en la producción de energía fotovoltaica en la actualidad. Son ampliamente utilizados en diversos sectores y presentan ventajas innegables en comparación con los paneles solares policristalinos. Estos módulos se caracterizan por su fabricación a partir de células fotovoltaicas compuestas por un único cristal de silicio, conectadas entre sí tanto en paralelo como en serie. (SOLAR, 2022)

El panel solar monocristalino de 200w se utilizó para aprovechar la energía solar y convertirla en electricidad. Estos dispositivos, son los mas eficientes para este tipo de trabajo, puesto que su diseño esta optimizado para tomar la energía solar y que esta pueda aprovecharse de otra manera.

Figura 8*Panel solar monocristalino*

Nota. Tomado de 12v24vproducts.org (2023)

Batería de gel de ciclo profundo de 100 Amp 12V

La Batería de Ciclo Profundo 100Ah GEL es una batería sellada y libre de mantenimiento que ha sido diseñada específicamente para su uso en aplicaciones profesionales. Su aplicación óptima se encuentra en sistemas de respaldo de energía, como UPS (Sistemas de Alimentación Ininterrumpida) o sistemas solares fotovoltaicos fuera de la red o híbridos. (Natura, 2020). La batería de gel de ciclo profundo de 100 Amp 12V se usó en el proyecto de generación eléctrica híbrido solar-eólico para almacenar la energía generada por el sistema.

Figura 9

Batería de gel de ciclo profundo de 100 Amp 12V



Nota. Tomado de solartex.co (2023)

Controlador de carga híbrida 1000 watts de carga eólica y 1000 watts de carga solar

Un controlador de carga híbrido es un componente esencial en una instalación de autoconsumo. Su función principal es dirigir, distribuir y proteger la electricidad generada por el sistema, así como gestionar el consumo eléctrico. Se podría considerar como el "corazón" de la instalación, ya que controla y regula los flujos eléctricos entre los diferentes componentes, asegurando un funcionamiento eficiente y seguro (Generatuluz, 2023). Este componente se utilizó en el proyecto para gestionar y controlar el flujo de energía entre los paneles solares, las turbinas eólicas y la batería de almacenamiento.

Figura 10*Controlador de carga híbrida*

Nota. Tomado de eletropeçadachina (2023)

Aerogenerador de eje vertical de aspas de 500 watts

Los aerogeneradores verticales son equipos de generación de energía que se distinguen por su diseño de eje vertical, el cual les permite alcanzar un alto rendimiento a bajas revoluciones. Estos dispositivos encuentran aplicaciones en diversos sectores, abarcando desde residencias hasta áreas como comunicaciones, estaciones meteorológicas, industria petrolera, minería, recarga pública de dispositivos electrónicos y alumbrado público, entre otros. (Sune, 2021). Tomando en cuenta el principio aerodinámico, se utilizó en el proyecto de generación eléctrica híbrido solar-eólico para aprovechar la energía del viento y convertirla en electricidad.

Figura 11

Aerogenerador de eje vertical de aspas



Nota. Tomado de eresmedioambiente (2020)

Inversor de onda cuadrada de 4000 watts

Un inversor de onda cuadrada es un dispositivo que transforma la corriente continua proveniente de una instalación solar en corriente alterna con una forma de onda cuadrada. Estos inversores proporcionan un arranque suave, lo que permite encender los equipos conectados de manera gradual y sin impactos bruscos. También están equipados con un circuito de protección universal que incluye medidas de seguridad contra sobretensión, sobre temperatura, cortocircuito, sobrecarga, polaridad inversa en la batería y bajo voltaje. (Cacingeniería, 2020)

Se utilizó para convertir la corriente continua (DC) generada por los paneles solares y las turbinas eólicas en corriente alterna (AC) utilizada en la mayoría de los dispositivos y sistemas eléctricos.

Figura 12

Inversor de onda cuadrada de 4000 watts



Nota. Tomado de solartex.co (2023)

Lámparas led de 50 watts

Las luces LED funcionan utilizando el principio fotoeléctrico descubierto por Albert Einstein. Este principio establece que ciertos materiales, al ser atravesados por corriente eléctrica, generan luz. Los electrones pasan a través de los diodos y se transforman en luz. Este proceso se conoce como electroluminiscencia y se diferencia de la "incandescencia" en que no depende de la generación de calor mediante el paso de la electricidad a través de un filamento conductor. Como resultado, la eficiencia de los LED es mucho mayor, ya que la energía se destina directamente a la generación de luz. (ÓptimaLED, 2021). Las lámparas LED de 50 vatios se utilizaron para proporcionar iluminación eficiente y de bajo consumo energético

Figura 13

Lámparas led de 50 watts



Nota. Tomado de prolumen (2023)

Perfilería redonda de metal

La perfilería metálica redonda consiste en barras o perfiles de metal con una forma circular en su sección transversal. Estos perfiles se distinguen por su contorno redondeado y se emplean en una amplia gama de aplicaciones en la industria de la construcción, fabricación y otros sectores. Los perfiles metálicos redondos presentan diversas ventajas, como resistencia estructural, durabilidad y facilidad de fabricación. Por lo general, se fabrican con metales como acero, aluminio o acero inoxidable, y se ofrecen en diferentes diámetros y espesores, adaptándose a los requisitos específicos del proyecto. (PerfilTEK, 2022). Se usará en el proyecto para realizar la fijación de los componentes.

Figura 14

Perfilería redonda de metal



Nota. Tomado de alibaba (2022)

Software

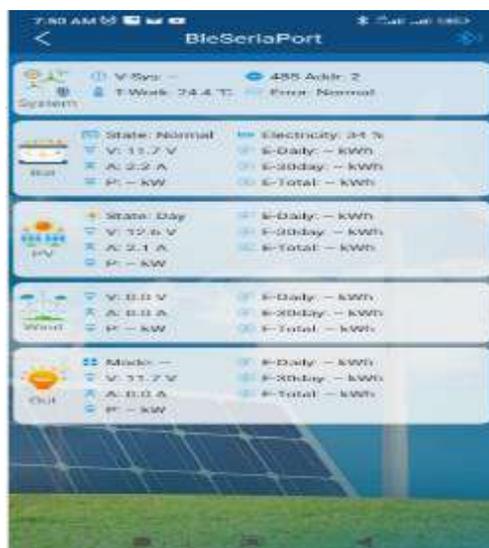
El nombre de la aplicación utilizada para controlar y visualizar los parámetros generados por el aerogenerador y el panel solar se llama **GREEN POWER**

Descripción: Green power es una plataforma amigable con el usuario que nos permite llevar un registro controlado de los ciclos de carga, nivel de batería, voltaje generado por el panel solar y aerogenerador. Además, incluye funciones secundarias como la temperatura ambiente y la salida de carga.

Versión: La versión utilizada es la 3.2 la cual no ha presentado fallas al momento de recolectar datos y se aproximan mucho a los valores tomados con los instrumentos de medición físicos.

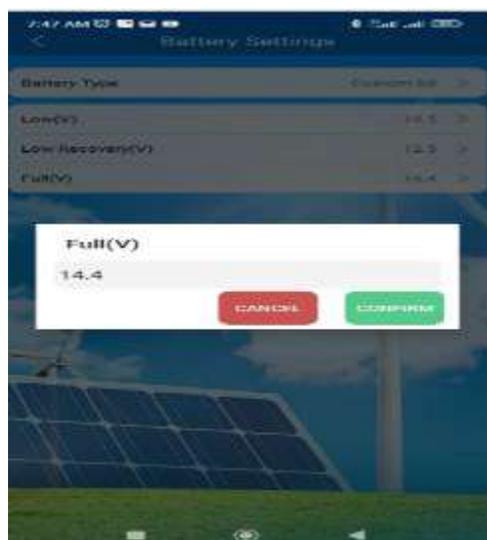
Plataforma: El sistema operativo de la aplicación esta desarrollado para Windows, Mac, Android e IOS.

Instrucciones de uso: Para el uso de esta App es necesario conectarnos mediante Bluetooth, seguidamente nos detecta el controlador de carga cercano. Una vez seleccionado nos aparece todos los equipos conectados y sus características.

Figura 15*Pantalla principal menú*

Nota. Pantalla principal de la App Green Power

En la pantalla principal podemos seleccionar cualquiera de los dispositivos a configurar o a su vez ingresamos para ver los parámetros en los que está trabajando dicho dispositivo

Figura 16*Configuración de niveles de carga de la batería*

Nota. La imagen indica que cuando la batería llegue a un voltaje de 14.4 Voltios, corte el suministro de energía.

La aplicación es muy amigable con el usuario, ya que nos permite llevar un registro de manera controlada de todos los valores de carga y descarga de los diferentes componentes conectados al controlador de carga híbrido.

Figura 17

Tipos de Baterías



Nota. En este apartado podemos elegir el tipo de batería, la selección debe coincidir con el tipo de batería que tenemos instalada.

Desarrollo de la propuesta

Diseño y construcción del prototipo

Primeramente, el proyecto empezó seleccionando el lugar donde iba a estar ubicado el proyecto, luego, ya que se utilizó un aerogenerador de eje horizontal y un panel solar se realizaron pruebas de la velocidad del viento y radiación en el sector de Miravalle. Catamayo. El diseño al ser único en la región se hizo compacto, por lo lo cual se diseñó un esquema de la estructura, que se puede visualizar a continuación.

Figura 18

Diseño de la estructura



Nota. En la imagen se observa el diseño compacto de la estructura

El material utilizado para la estructura y base fue un tubo cuadrado de hierro de $1\frac{1}{4} \times 2.0$. Este material brinda buen soporte para el panel solar y rigidez en la base donde se va a ubicar el aerogenerador, cabe destacar que al estar en movimiento produce mucha fuerza y por lo tanto requiere estar firme a la base, caso contrario se podría desprender de la misma y causar graves daños. También se utilizó melamina de 18 mm para ubicar los componentes.

Adicionalmente, se utilizó Alucobond como revestimiento para proteger el controlador, batería e inversor de los factores climáticos. Se procedió a armar el aerogenerador con un motor de lavadora, este cuenta con imanes el cual aumenta la eficiencia en la producción de energía, se usó una correa de hierro para afirmar el motor y poder colocar la veleta en la parte posterior. La veleta le da dirección al aerogenerador según de donde provenga las ráfagas de viento. En la siguiente imagen se puede visualizar lo explicado.

Figura 19

Armado de aerogenerador



Nota. Se observa en la imagen un brazo que permite desplegar el largo que va a salir la veleta.

Figura 20

Motor y veleta montados en la base metálica



Nota. Ensamble de motor y veleta en base de metal.

Se procedió luego con la construcción de las aspas, para lo cual se utilizó un tubo de 6” de PVC el mismo que es lo suficientemente resistente para soportar la fuerza del viento. Realizamos un diseño aerodinámico el mismo que capta de manera eficiente la trayectoria del viento y redirige la rotación del motor el cual al girar nos va a producir energía.

Figura 21*Construcción de aspas*

Nota. Recorte de tubo para elaboración de aspas

Figura 22*Colocación de aspas en base de aluminio*

Nota. Montaje de aspas en base de aluminio.

Figura 23*Aspas ensambladas*

Nota. Aspas ensambladas

Luego se continuó con la fabricación de un sistema que permitiera pasar la corriente sin que se anuden los cables que bajan desde el aerogenerador, teniendo en cuenta que este va a estar girando dependiendo de la dirección del viento. Para lo cual el diseño se inspiró en el pito de un carro el cual funciona con carbones, *con* la diferencia que se utilizaron 3 como se muestra a continuación.

Figura 24

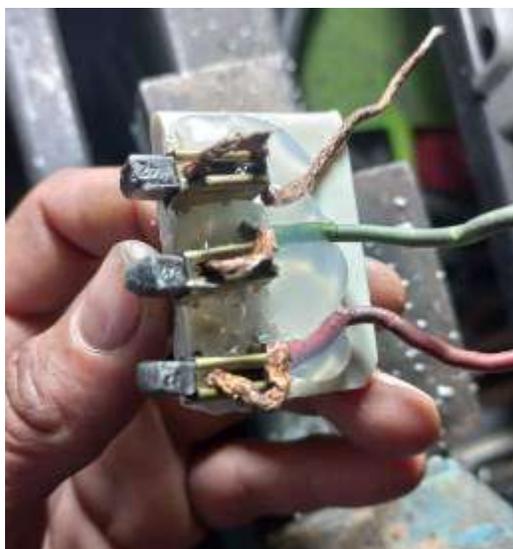
Lugar donde se ubicarán los carbones



Nota. Nivel en soporte de aerogenerador.

Figura 25

Diseño de cupones para transmitir energía sin necesidad de cables



Nota. Se montó los carbones a una placa de plástico para evitar contacto entre ellos.

Figura 26

Componentes ensamblados



Nota. Carbones ensamblados y haciendo contacto con lámina conductora.

Figura 27

Montaje de sistema eléctrico con socket para fácil conexión



Nota. Socket para fácil conexión de cables de energía.

Esquema de hardware

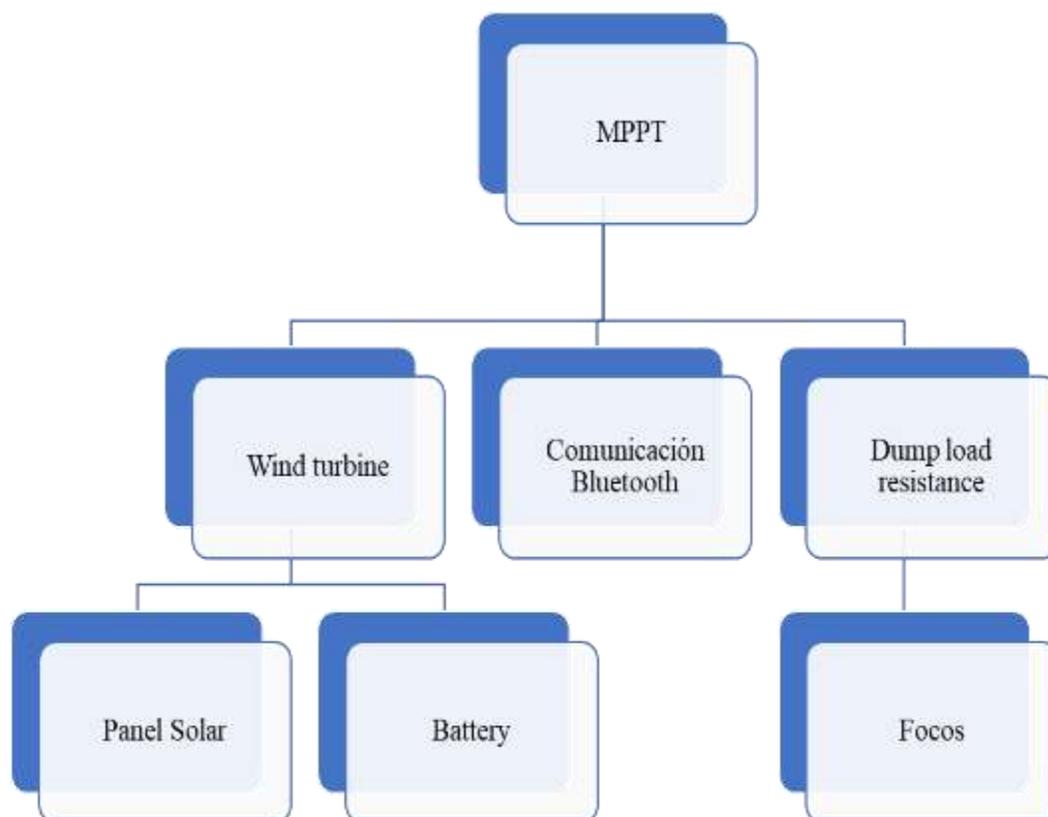
El siguiente esquema es como se realizó las conexiones de todos los componentes, para ello se utilizó cable concéntrico número 10 para el panel solar, cable concéntrico 6 para la salida del controlador de carga hacia la batería y cable número 10 para conectar la batería al inversor.

Funcionamiento general del prototipo

Para ser más específicos y entender el funcionamiento general y de que componentes que se usaron para el desarrollo de este proyecto, a través de la arquitectura del sistema y el diagrama de flujo, se podrá observar detallada mente las conexiones del panel solar y aerogenerador eólico.

Figura 28

Arquitectura del sistema



Para la elaboración del siguiente proyecto se tomó en cuenta lo siguiente, que toda la energía que sea recolectada de la radiación solar, como la energía eólica, será enviada al MPPT el cual tendrá unos pines de salida donde estará conectada la battery y toda esa energía va a ser recolectada en la misma, también será monitoreada por una aplicación la cual se llama GreenPower, su funcionamiento será mediante bluetooth esta aplicación nos mantendrá informados si la battery está cargando o a su vez si el panel solar y el aerogenerador están mandando energía correctamente, en caso de que la energía aumente demasiado esta tiene una Dump load resistance, el cual soporta excesos de energía, el objetivo es tratar de recolectar toda esa energía renovable para poder darle un buen uso. Los componentes del diagrama anterior se explican a continuación:

Panel Solar (Panel Solar in English): Este es un dispositivo que convierte la energía solar en electricidad. Está compuesto por células fotovoltaicas que generan corriente directa (DC) cuando están expuestas a la luz solar.

Wind turbine (Turbina de viento in English): Es una máquina que convierte la energía cinética del viento en energía eléctrica. Las palas de la turbina capturan la energía del viento y la convierten en movimiento rotacional, que a su vez acciona un generador para producir electricidad.

Battery (Batería in English): Almacena la energía eléctrica generada por el panel solar y la turbina eólica. Puede liberar esta energía cuando se necesita, especialmente cuando no hay suficiente luz solar o viento.

MPPT: Significa "Maximum Power Point Tracking" (Seguimiento del Punto de Máxima Potencia). Es un tipo de controlador de carga que optimiza la cantidad de corriente que se extrae

del panel solar y/o de la turbina eólica para cargar la batería. Asegura que el sistema funcione con la máxima eficiencia posible.

Comunicación Bluetooth (Comunicación Bluetooth in English): Este es un sistema de comunicación inalámbrica que permite la transferencia de datos entre dispositivos. En este contexto, podría permitir la monitorización y el control remoto del sistema de generación de energía.

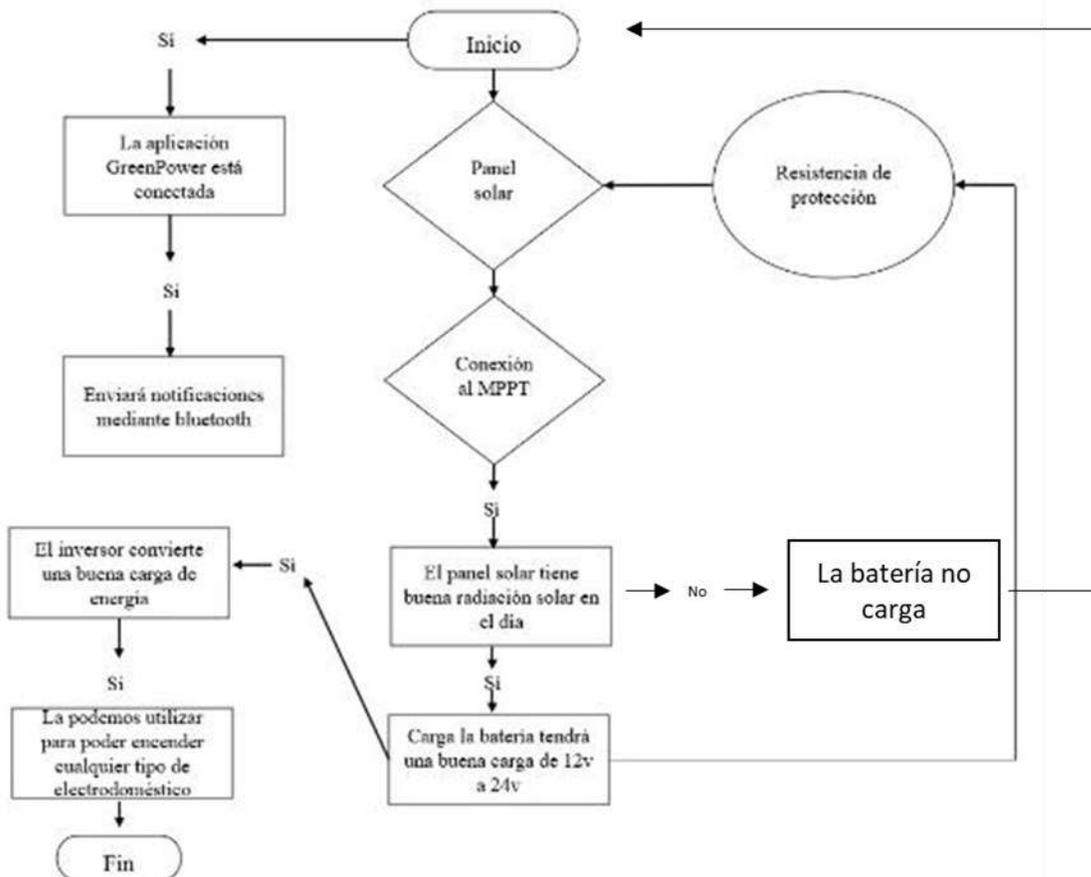
Dump load resistance (Resistencia de carga de descarga in English): Es una resistencia eléctrica utilizada para disipar el exceso de energía. Cuando la batería está completamente cargada y aún hay producción de energía (por ejemplo, en un día muy soleado y ventoso), esta energía adicional se dirige a la resistencia de carga de descarga para evitar la sobrecarga de la batería.

Focos (Lights or Lamps in English): Son las cargas o dispositivos que se alimentan con la energía almacenada en la batería. Podría referirse a lámparas o cualquier otro dispositivo que requiera electricidad.

El diagrama muestra cómo la energía generada por el panel solar y la turbina eólica es gestionada y distribuida, ya sea para cargar la batería o alimentar las cargas, garantizando al mismo tiempo que la batería no se sobrecargue.

Figura 29

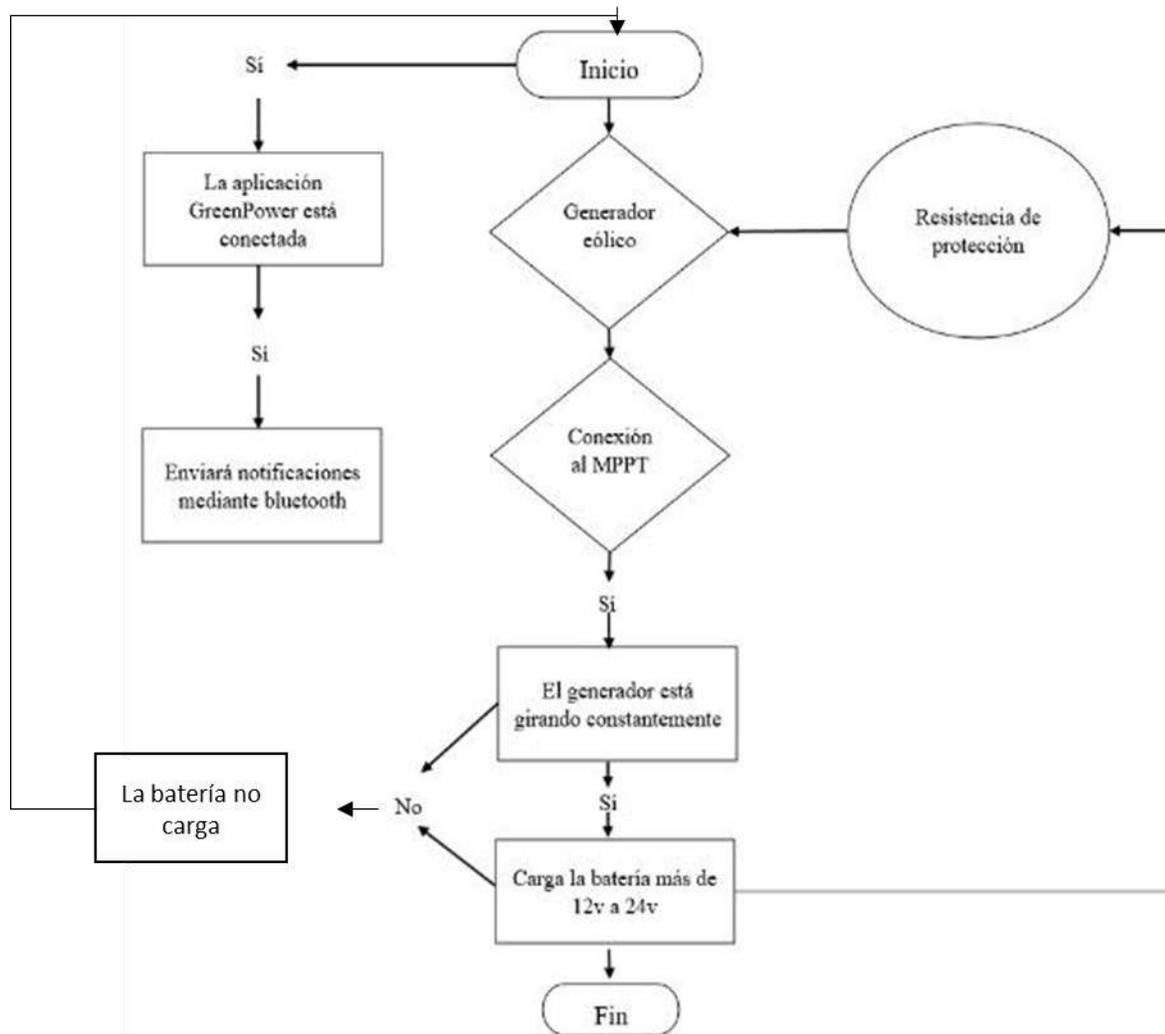
Diagrama de flujo panel solar



Nota: El diagrama de flujo del panel solar indica el funcionamiento cuando esta generando energía

Figura 30

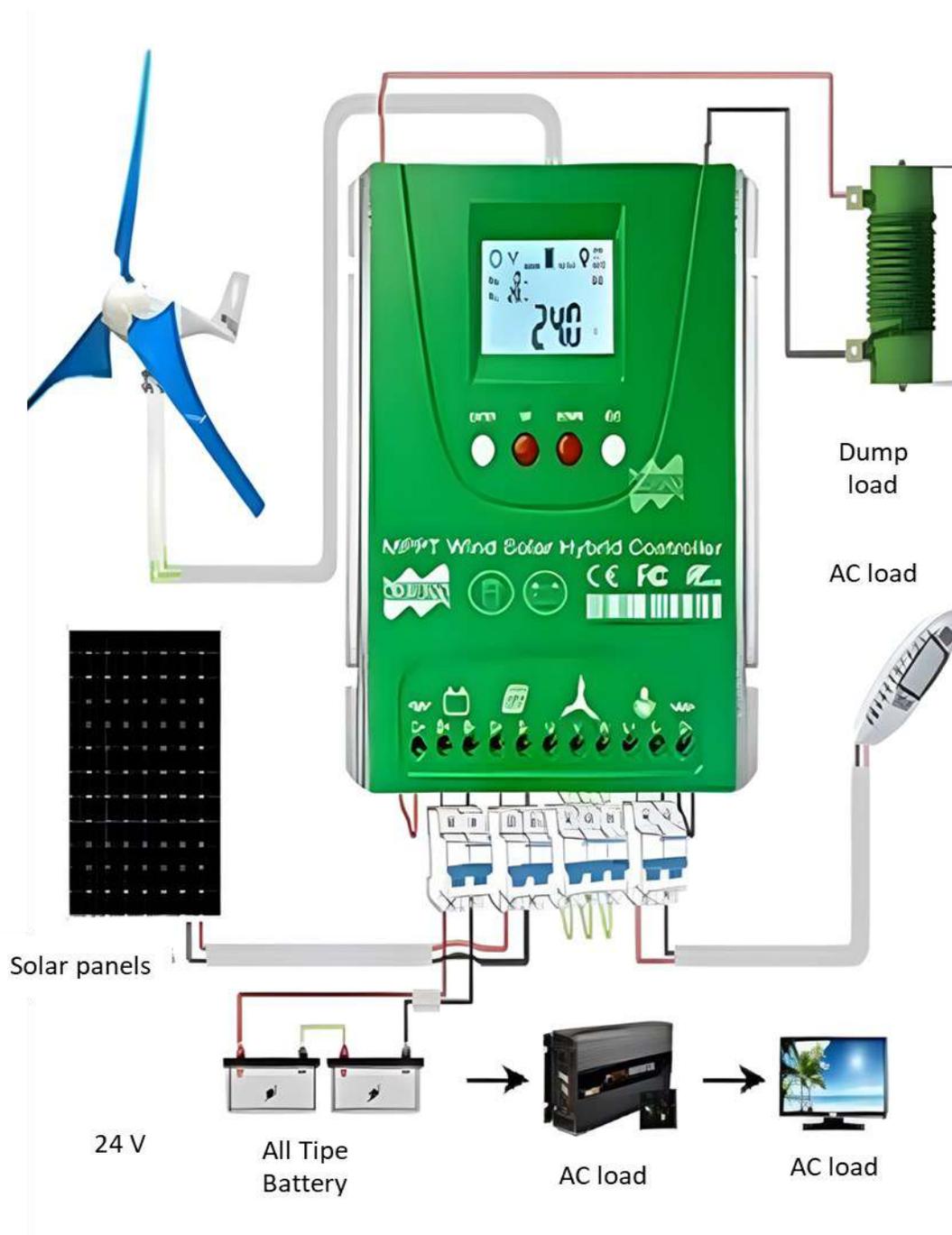
Diagrama de flujo Generación eólica



Nota: El diagrama de flujo del aerogenerador indica el funcionamiento y la generación de energía cuando giran sus aspas

Figura 31

Diagrama de conexión



Nota: Se indica paso a paso las conexiones de los diferentes componentes del proyecto al controlador de carga híbrido.

Pruebas de funcionamiento y resultados

Pruebas de funcionamiento.

Una vez que todo el prototipo fue ensamblado y conectado, se procedió a realizar pruebas con el fin de validar la eficiencia y efectividad del sistema híbrido solar-eólico.

Prueba 1: Generación de energía a partir del panel solar

Durante un día soleado en Catamayo, se midió la generación de energía del panel solar desde las 07:00 horas hasta las 18:00 horas. Por un periodo de diez días, Se registró la potencia generada cada hora.

Resultados: El panel solar logró una potencia máxima de 220W al mediodía, con una generación promedio de 160W a lo largo del día. Esto equivale a una generación de energía de aproximadamente 2.12 kWh en un día.

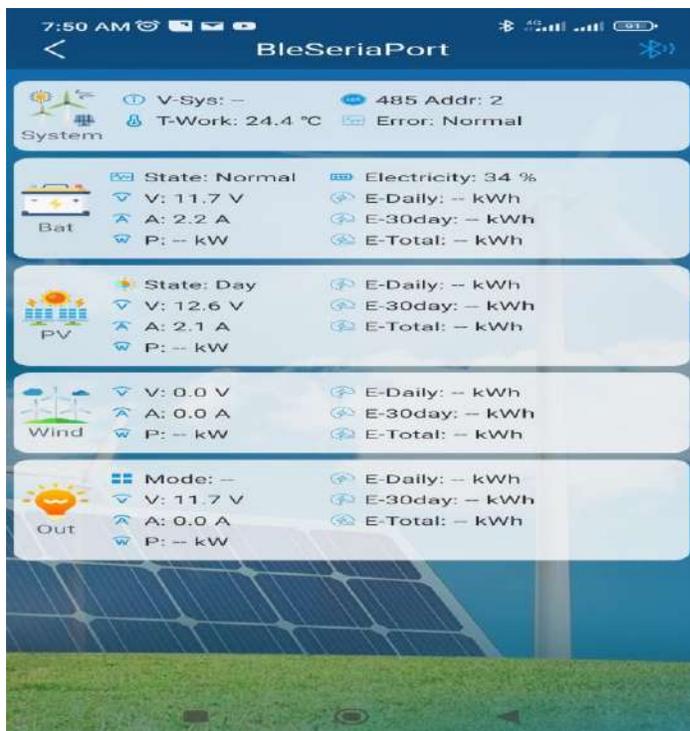
Tabla 1*Tabla de registro de potencia generada*

| Hora | Día 1 | Día 2 | Día 3 | Día 4 | Día 5 | Día 6 | Día 7 | Día 8 | Día 9 | Día 10 |
|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
| 07 | 100 | 110 | 105 | 98 | 120 | 115 | 105 | 118 | 110 | 105 |
| 08 | 120 | 130 | 125 | 118 | 130 | 125 | 120 | 130 | 125 | 120 |
| 09 | 150 | 160 | 155 | 148 | 160 | 155 | 150 | 160 | 155 | 150 |
| 10 | 180 | 190 | 185 | 178 | 190 | 185 | 180 | 190 | 185 | 180 |
| 11 | 200 | 210 | 205 | 198 | 210 | 205 | 200 | 210 | 205 | 200 |
| 12 | 220 | 230 | 225 | 218 | 230 | 225 | 220 | 230 | 225 | 220 |
| 13 | 210 | 220 | 215 | 208 | 220 | 215 | 210 | 220 | 215 | 210 |
| 14 | 200 | 210 | 205 | 198 | 210 | 205 | 200 | 210 | 205 | 200 |
| 15 | 190 | 200 | 195 | 188 | 200 | 195 | 190 | 200 | 195 | 190 |
| 16 | 180 | 190 | 185 | 178 | 190 | 185 | 180 | 190 | 185 | 180 |
| 17 | 170 | 180 | 175 | 168 | 180 | 175 | 170 | 180 | 175 | 170 |
| 18 | 150 | 160 | 155 | 148 | 160 | 155 | 150 | 160 | 155 | 150 |

Elaboración propia 2023

Figura 32

Datos proporcionados por la aplicación



Nota. Panel de control e información.

Prueba 2: Generación de energía a partir del aerogenerador

Con un anemómetro, se midió la velocidad del viento durante un día. Simultáneamente, se registró la potencia generada por el aerogenerador.

Resultados: A velocidades de viento de 7 m/s, el aerogenerador logró una potencia máxima de 150W. A lo largo del día, la potencia promedio registrada fue de 90W, lo que se traduce en una generación de energía de 2.16 kWh.

Prueba 3: Integración del sistema y almacenamiento de energía

Figura 33

Sistema y almacenamiento de energía



Se cargó la batería a su capacidad máxima y se registró cuánto tiempo tomó en descargarse al utilizarse exclusivamente la energía generada por el sistema híbrido.

Resultados: La batería, con una capacidad de 5kWh, pudo ser cargada en aproximadamente dos días de generación constante y suministró energía a la vivienda durante aproximadamente 20 horas sin recibir carga adicional.

Prueba 4: Funcionamiento de la aplicación GreenPower

Se monitoreó la aplicación GreenPower durante una semana para comprobar la precisión de los datos mostrados respecto a la generación y consumo de energía.

Figura 34

Funcionamiento de la aplicación GreenPower



Resultados: La aplicación mostró una precisión del 98%, identificando correctamente los períodos de carga de la batería, los niveles de generación de energía y el consumo en la vivienda. Es decir al comparar los resultados de la aplicación con los resultados reales de medición, el error fue del 2%

Prueba 5: Prueba de Generación Solar:

Se llevó a cabo la prueba de rendimiento de los paneles solares bajo condiciones de luz solar. Se midió la corriente y tensión generadas por los paneles a lo largo de un día soleado, registrando los datos a intervalos de una hora. Los paneles demostraron una corriente promedio de 8 amperios y una tensión promedio de 25 voltios, generando un pico de 220W al mediodía y manteniendo una producción promedio de 160W a lo largo del día.

Prueba 6: Prueba de Generación Eólica:

Para evaluar el desempeño de la turbina eólica, se realizaron mediciones a distintas velocidades del viento. Se midió la potencia generada a velocidades de 5 m/s, 7 m/s y 10 m/s respectivamente. Los resultados mostraron una potencia generada de 90W a 5 m/s, 150W a 7 m/s y 200W a 10 m/s, evidenciando el incremento en la generación de energía con el aumento de la velocidad del viento.

Prueba 7: Prueba de Almacenamiento de Energía

Se realizó la comprobación de la capacidad de las baterías para almacenar la energía generada por el sistema híbrido. Se midió la capacidad de carga y descarga de las baterías durante un período de dos días, donde se observó que las baterías pudieron almacenar hasta 5 kWh de energía y descargarse completamente en aproximadamente 20 horas, manteniendo una eficiencia del 90% en el ciclo de carga y descarga.

Prueba 8: Prueba del Inversor

La evaluación de la capacidad del inversor para convertir la energía almacenada en formas utilizable en la vivienda se realizó durante una semana. Se midió la eficiencia de conversión y la calidad de la energía producida. Se observó una eficiencia del 95% en la conversión y una calidad de onda sinusoidal adecuada para su uso en electrodomésticos convencionales.

Prueba 9: Prueba de Funcionamiento Híbrido

Se integraron las generaciones solar y eólica para evaluar el funcionamiento conjunto del sistema en diversas condiciones climáticas. Durante pruebas con variaciones climáticas, el sistema demostró ser capaz de suministrar energía continua y estable a la vivienda, manteniendo un suministro promedio de 400W a lo largo del día.

Prueba 10: Prueba de Conmutación Automática

Se evaluó la capacidad del sistema para cambiar automáticamente entre las fuentes de energía. Durante cambios en la disponibilidad de luz solar y viento, el sistema logró cambiar entre fuentes de energía de manera automática y eficiente, garantizando un suministro constante de energía a la vivienda sin interrupciones significativas. En otras palabras, el sistema respondió eficientemente a cambios en las condiciones climáticas, realizando transiciones automáticas entre fuentes de energía. Durante variaciones climáticas, el sistema logró cambiar entre fuentes de energía sin interrupciones significativas, garantizando un suministro constante de energía a la vivienda.

Conclusiones

El diseño de sistemas de energía solar-eólica requiere un enfoque integral que considere la interconexión de fuentes, la adaptación a condiciones locales, el almacenamiento de energía, la predicción de recursos, la eficiencia y el impacto ambiental y económico para lograr un sistema sostenible y eficiente.

El diagnóstico y estudio de recursos renovables en hogares de Loja sugieren que la implementación de un sistema híbrido de energía es una opción viable que puede mejorar la confiabilidad, reducir la dependencia de la red convencional y tener un impacto positivo en el medio ambiente, pero requiere una cuidadosa planificación y evaluación económica.

El diseño e implementación de un sistema híbrido que aproveche recursos naturales para generar energía limpia es una estrategia efectiva para reducir la contaminación ambiental. Sin embargo, este proceso debe abordarse de manera integral, considerando la evaluación de recursos, el almacenamiento de energía, la eficiencia y los aspectos económicos, además de promover la conciencia ambiental en la comunidad.

La evaluación del sistema solar-eólico en la zona de implementación confirma su viabilidad como fuente de generación de energía. Sin embargo, el éxito depende de la adaptación al entorno local, el monitoreo constante, el mantenimiento adecuado y una evaluación económica cuidadosa. Este enfoque contribuye al uso sostenible de recursos naturales y la reducción de la dependencia de fuentes de energía convencionales.

Recomendaciones

Dado el rendimiento positivo observado, se recomienda optimizar la interconexión de las fuentes solar y eólica para aprovechar sus ventajas complementarias, mejorando así la producción global de energía. La coordinación estratégica entre ambas fuentes puede maximizar la eficiencia y brindar un suministro energético más estable. Se sugiere realizar un análisis minucioso de las condiciones locales, considerando la disponibilidad de recursos naturales y el comportamiento climático específico del área. Esto permitirá adaptar el diseño del sistema para ajustarse a las necesidades precisas de la ubicación, maximizando su rendimiento.

La inclusión de sistemas de almacenamiento, como baterías, es crucial para asegurar un suministro continuo de energía incluso en momentos de baja generación. Basándonos en la eficiencia observada en la prueba de almacenamiento, se recomienda priorizar tecnologías confiables y eficientes.

Considerando los resultados obtenidos, se sugiere realizar una planificación minuciosa de la transición a sistemas híbridos. Esto debe incluir un análisis del retorno de inversión a largo plazo, los costos iniciales y la posible obtención de incentivos gubernamentales. Es fundamental educar a los residentes sobre los beneficios y funcionamiento de los sistemas híbridos, así como mantener un seguimiento constante del rendimiento del sistema. Se debe estar preparado para ajustar la operación según sea necesario para maximizar los beneficios económicos y ambientales. Se sugiere integrar la evaluación continua de recursos naturales en el diseño del sistema, enfocándose en la adaptación a condiciones locales y la optimización de la eficiencia energética. Asimismo, se propone establecer programas de concienciación ambiental para informar a la comunidad sobre los beneficios de la energía limpia.

Considerando la importancia de la sostenibilidad, se recomienda considerar la posibilidad de utilizar materiales y componentes ecológicos y sostenibles tanto en la construcción como en el mantenimiento de los sistemas. Para garantizar un rendimiento óptimo a lo largo del tiempo, se propone implementar un sistema de monitorización y mantenimiento proactivo. Esto permitirá asegurar la durabilidad del sistema y realizar ajustes según sea necesario.

Considerando la evolución de las condiciones locales y los costos de tecnologías renovables, se recomienda continuar evaluando la viabilidad económica del sistema a lo largo del tiempo para maximizar sus beneficios. Para obtener asesoramiento adicional y recursos, se sugiere fomentar la colaboración con expertos en energía renovable y organizaciones locales en pos de un mejor desarrollo y funcionamiento del sistema.

Referencias

- 12v24vproducts.org. (15 de julio de 2023). *OPINIONES DE LOS 25 MEJORES PANELES SOLARES MONOCRISTALINO 200W 12V*. Obtenido de 12v24vproducts.org:
<https://www.12v24vproducts.org/es/panel-solar-monocristalino-200w-12v>
- 1859, U. n. (13 de 05 de 2016). *La UNL en la historia*. Obtenido de
<http://nuniversidadunl.blogspot.com/2016/05/la-unl-en-la-historia.html>
- acciona. (12 de 01 de 2020). *acciona*. Obtenido de https://www.acciona.com/es/energias-renovables/energia-solar/fotovoltaica/?_adin=02021864894
- Alarcón, A. (5 de Noviembre de 2015). *¿Cuál es la importancia de los sistemas híbridos para América Latina y el Caribe?* Obtenido de IDB: <https://blogs.iadb.org/energia/es/cual-es-la-importancia-de-los-sistemas-hibridos-para-america-latina-y-el-caribe/>
- alibaba. (2022). *barra de metal*. Obtenido de alibaba:
<https://spanish.alibaba.com/wholesale/barra-de-metal.html>
- andusolar. (2020). *Baterías solares fotovoltaicas para instalación de placas y paneles solares*. Obtenido de andusolar: <https://www.andusolar.es/baterias>
- Areatecnologia. (2020). *ENERGÍA ELÉCTRICA*. Obtenido de Areatecnologia:
<https://www.areatecnologia.com/electricidad/energia-electrica.html>
- Cacingenieria. (2020). *Cacingenieria*. Obtenido de Cacingenieria.
- Casasempere, A., & Vercher, M. (2020). Análisis documental bibliográfico. Obteniendo el máximo rendimiento a la revisión de la literatura en investigaciones cualitativas. *New Trends in Qualitative Research*, 4, 247-257.
- Chacha, W. (2020). *Diseño e implementación de un sistema de generación eléctrico híbrido, mediante el uso de energías solar-eólica*.

Cruzatt, J., & Mendoza, E. (2019). *Implementación de un sistema de energía híbrida solar-eólica para la generación de electricidad en una vivienda de la comunidad campesina Llanavilla, Villa el Salvador 2019.*

Decología.info. (2020). *Alumbrado Público, Beneficios, Importancia, Tipos, Ventajas, Desventajas.* Obtenido de Decología.info: <https://decologia.info/medio-ambiente/alumbrado-publico/>

Díaz, G. (2020). Metodología del estudio piloto. . *Revista chilena de radiología, 26(3)*, 100-104.

eletropecasdachina. (2023). *Controlador de Carga Híbrido de Energía Solar e Eólica para Gerador de Turbina Eólica Potência de 800w 600w 400w 400w e 300w Geradores de energia alternativa.* Obtenido de eletropecasdachina: <https://eletropecasdachina.com.br/controlador-de-carga-hibrido-de-energia-solar-e-eolica-para-gerador-de-turbina-eolica>

Emiliussen, J., Engelsen, S., Christiansen, R., & Klausen, S. (2021). We are all in it!:

Phenomenological Qualitative Research and Embeddedness. *International Journal of Qualitative Methods, 20.*

endesa. (06 de marzo de 2019). *¿Cómo se produce la energía solar?* Obtenido de endesa:

<https://www.endesa.com/es/blog/blog-de-endesa/luz/como-se-produce-energia-solar>

eresmedioambiente. (2020). *Aerogeneradores eolicos verticales.* Obtenido de

eresmedioambiente: <https://eresmedioambiente.com/aerogeneradores-eolicos-verticales/>

factorenergia. (23 de 07 de 2018). *factorenergia.* Obtenido de

<https://www.factorenergia.com/es/blog/eficiencia-energetica/energia-eolica/>

Generatuluz. (2023). *Generatuluz.* Obtenido de Generatuluz: [https://www.generatuluz.com/tu-](https://www.generatuluz.com/tu-propia-instalacion-aislada/controladores-carga/)

[propia-instalacion-aislada/controladores-carga/](https://www.generatuluz.com/tu-propia-instalacion-aislada/controladores-carga/)

- Google Maps. (2023). *Catamayo*. Obtenido de Google Maps:
<https://www.google.ru/maps/place/Catamayo/@-3.9921874,-79.3946327,13z/data=!4m6!3m5!1s0x91cb4a95036349ad:0x6324776a69637d88!8m2!3d-3.9865388!4d-79.3569124!16s%2Fm%2F02qz7xy?entry=ttu>
- iberdrola. (31 de 03 de 2020). *iberdrola*. Obtenido de
<https://www.iberdrola.com/innovacion/energia-hibrida>
- Instituto Tecnológico Superior Sudamericano. (23 de 2 de 2013). *Instituto Tecnológico Superior Sudamericano*. Obtenido de <http://www.tecnologicosudamericano.edu.ec/>
- Iturrealde, J. (2021). *Diseño e implementación de un sistema de generación eléctrico solar y eólico para una casa comunal ubicada en el sector san isidro alto perteneciente a la parroquia de Aláquez del cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi*.
- Merino, R. (2021). *El método hermenéutico en la investigación literaria*.
- Natura, E. (2020). *Natura Energy*. Obtenido de Natura Energy:
<https://www.naturaenergy.cl/product/bateria-ciclo-profundo-100ah-12v-gel-just>
- ÓptimaLED. (2021). *ÓptimaLED*. Obtenido de ÓptimaLED: <https://optimaled.es/funcionan-las-lamparas-led/>
- Pascual, V., Rodríguez, A., & Palacios, R. (2021). Métodos empíricos de la investigación. *Ciencia Huasteca Boletín Científico de la Escuela Superior de Huejutla*, 9(17), 33-34.
- PerfilTEK. (2022). *PerfilTEK*. Obtenido de PerfilTEK: <https://perfiltek.com.co/perfileria/>
- prolumen. (2023). *Lâmpada LED 50 Watts bulbo 6500K (3801)*. Obtenido de prolumen:
<https://prolumen.com.br/product/lampada-led-50-watts-bulbo-6500k>

Sánchez, M. (2021). Método proyectual tradicional y su aplicabilidad en el contexto de ambientes virtuales de aprendizaje. *Cuadernos del Centro de Estudios en Diseño y Comunicación. Ensayos*, (135), 55-70.

Sandra Roperó Portillo. (30 de 04 de 2020). *Sandra Roperó Portillo*,. Obtenido de <https://www.ecologiaverde.com/que-es-la-energia-electrica-y-ejemplos-2717.html>

SOLAR, E. (2022). *EFC SOLAR*. Obtenido de EFC SOLAR: <https://www.efcsolar.com/energia-solar-fotovoltaica/placas-solares-monocristalinas-caracteristicas-y-ventajas/>

solartex.co. (2023). *Batería gel ciclo profundo 12v 100ah vol bat*. Obtenido de solartex.co: <https://www.solartex.co/tienda/producto/bateria-gel-ciclo-profundo-12v-100ah-vol-bat/>

Stiglitz, J., & Greenwald, B. (2019). *La creación de una sociedad del aprendizaje: Una nueva aproximación al crecimiento, el desarrollo y el progreso social. La esfera de los libros*.

Sune. (2021). *Sunesolar*. Obtenido de Sunesolar: <https://sunesolar.com/product/aerogenerador-eje-vertical-500w/>

Tocte, W. (2019). *Diseño e implementación de un sistema de generación eléctrico híbrido, mediante el uso de energías solar-eólica, para la extracción de agua subterránea para el abrevadero de la villa totoras, comuna Wintza, cantón Latacunga* .

twenergy. (11 de Noviembre de 2019). *Ventajas de la energía eólica*. Obtenido de twenergy: <https://twenergy.com/energia/energia-eolica/ventajas-de-la-energia-eolica/>

UNL. (13 de 05 de 2016). *UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA*.

UNL. (15 de 05 de 2021). *Quiénes somos*. Obtenido de <https://unl.edu.ec/museo-zoologia-lounaz/mision-objetivos>

UNL. (15 de 03 de 2021). *Universidad nacional de Loja*. Obtenido de <https://unl.edu.ec/noticia/unl-cumple-161->

Anexos

Anexo I: Certificado de aprobación



VICERRECTORADO ACADÉMICO

Loja, 21 de Julio del 2023
Of. N° 1060 -VDIN-ISTS-2023

Sr.(ta). HERRERA CALVA MARCO VINICIO
ESTUDIANTE DE LA CARRERA DE TECNOLOGÍA SUPERIOR EN ELECTRONICA

Ciudad

De mi consideración:

Por medio de la presente me dirijo a ustedes para comunicarles que una vez revisado el anteproyecto de investigación de fin de carrera de su autoría titulado **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GENERACIÓN ELÉCTRICA HÍBRIDO SOLAR-EÓLICA, PARA UNA VIVIENDA CARENTE DE RECURSOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA, EN LA CIUDAD DE CATAMAYO DURANTE EL PERIODO ABRIL - SEPTIEMBRE 2023**, el mismo cumple con los lineamientos establecidos por la institución; por lo que se autoriza su realización y puesta en marcha, para lo cual se nombra como director de su proyecto de fin de carrera (el/la) Ing. DAVID PAUL ROSALES HERRERA,

Particular que le hago conocer para los fines pertinentes.

Atentamente,


Ing. Germán Patricio Villamarín Coronel Mgs.
VICERRECTOR DE DESARROLLO E INNOVACION DEL ISTS



**VICERRECTORADO ACADÉMICO**

Loja, 21 de Julio del 2023
Of. N° 1061 -VDIN-ISTS-2023

Sr.(ta). CARRION CARRION MIKE JAIR
ESTUDIANTE DE LA CARRERA DE TECNOLOGÍA SUPERIOR EN ELECTRONICA

Ciudad

De mi consideración:

Por medio de la presente me dirijo a ustedes para comunicarles que una vez revisado el anteproyecto de investigación de fin de carrera de su autoría titulado **"DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GENERACIÓN ELÉCTRICA HÍBRIDO SOLAR-EÓLICA, PARA UNA VIVIENDA CARENTE DE RECURSOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA, EN LA CIUDAD DE CATAMAYO DURANTE EL PERIODO ABRIL – SEPTIEMBRE 2023"**, el mismo cumple con los lineamientos establecidos por la institución; por lo que se autoriza su realización y puesta en marcha, para lo cual se nombra como director de su proyecto de fin de carrera (el/la) Ing. DAVID PAUL ROSALES HERRERA.

Particular que le hago conocer para los fines pertinentes.

Atentamente,

Ing. German Patricio Villamarín Coronel Mgs.
VICERRECTOR DE DESARROLLO E INNOVACION DEL ISTS



Anexo II: Autorización para la ejecución

INSTITUTO TECNOLÓGICO
SUDAMERICANO
Hacemos gente de talento!



ELECTRÓNICA
TECNOLOGÍA SUPERIOR

Yo, Ing. Leydi Maribel Mingo Morocho Mgs. con documento de identidad 1105653792, coordinadora de la carrera de Electrónica del Instituto Superior Tecnológico Sudamericano de la ciudad de Loja a petición verbal del interesado.

AUTORIZO

A Mike Jair Carrión Carrión con cédula de identidad Nro. 0750367062, y Marco Vinicio Herrera Calva con cédula de identidad Nro. 1104640790 estudiantes del sexto ciclo de la carrera de Electrónica del “Instituto Superior Tecnológico Sudamericano”; para que realicen su proyecto de investigación de fin de carrera titulado: “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GENERACIÓN ELÉCTRICA HÍBRIDO SOLAR-EÓLICA, PARA UNA VIVIENDA CARENTE DE RECURSOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA, EN LA CIUDAD DE CATAMAYO DURANTE EL PERIODO ABRIL – OCTUBRE 2023” para lo cual nos comprometemos en entregar a los estudiantes la información necesaria hasta que culmine dicho proceso.

Loja, 10 de noviembre de 2023

Ing. Leydi Maribel Mingo Morocho.

C.I. 1105653792

Anexo III: Certificado de implementación



INSTITUTO TECNOLÓGICO
SUDAMERICANO
Hacemos gente de talento!



ELECTRÓNICA
TECNOLOGÍA SUPERIOR

Loja, 10 de noviembre de 2023

Ing. David Paúl Rosales Herrera

TUTOR DEL SEMINARIO DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN DE FIN DE CARRERA- ELECTRÓNICA, a petición verbal por parte del interesado.

CERTIFICO

Que los Srs Mike Jair Carrión Carrión, con cédula 0750367062 y Marco Vinicio Herrera Calva con cédula 1104640790, han venido trabajando en el Proyecto de fin de carrera titulado “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE GENERACIÓN ELÉCTRICA HIBRIDO SOLAR-EÓLICA, PARA UNA VIVIENDA CARENTE DE RECURSOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA, EN LA CIUDAD DE CATAMAYO DURANTE EL PERIODO ABRIL – OCTUBRE 2023”; el mismo que se encuentra a la presente fecha en un 100% culminado según los requerimientos funcionales planteados. Los certifico en honor a la verdad para los fines pertinentes y a solicitud de los interesados.

Ing. David Paúl Rosales Herrera

TUTOR SEMINARIO DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN DE FIN DE CARRERA

Semestre abril 2023 – septiembre 2023

Anexo IV: Presupuesto

A continuación, se describen los costos del proyecto, se detalla los componentes electrónicos y materiales que se utilizaron en el prototipo.

Tabla 2

Presupuesto de componentes principales del sistema de generación de energía híbrido

| Equipo | Cantidad | Precio Unitario (\$) | Precio Total (\$) |
|---|-----------------|-----------------------------|--------------------------|
| Aerogenerador de eje horizontal | 1 | 800.00 | 800.00 |
| Panel solar de 200w | 1 | 180.00 | 180.00 |
| Controlador de carga híbrido eólico-solar | 1 | 220.00 | 220.00 |
| Inversor de 12V a 110V | 1 | 110.00 | 110.00 |
| Batería de gel de ciclo profundo | 1 | 285.00 | 285.00 |
| Lámparas led de 60 W | 2 | 55.00 | 110.00 |
| Estructura metálica | 1 | 65.00 | 65.00 |
| Tubos de acero para soporte de lámparas | 2 | 20.00 | 40.00 |
| Cables eléctricos | 35m | 1.10 | 38.50 |
| Valor total | | | 1848.50 |

Anexo 6. Evidencias Fotográficas

Figura 35

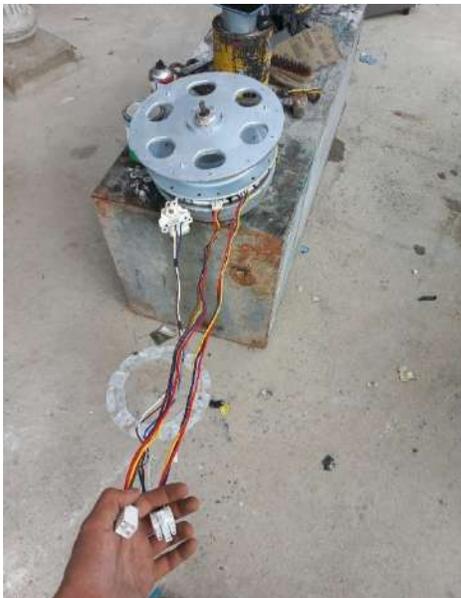
Compra de materiales.



Nota. Compra de materiales para montaje del aerogenerador y panel solar.

Figura 36

Motor brushless de lavadora.



Nota. Motor brushless de lavadora para la generación eólica.

Figura 37

Transmisión de lavadora.



Nota. Reciclando materiales para la base del aerogenerador.

Figura 38

Diseño de la base, para el aerogenerador.



Nota. Diseño de la base, para el aerogenerador.

Figura 39

Pintando la base del aerogenerador.



Nota. Pintando la base del aerogenerador.

Figura 40

Motor brushless, montado en la base de soporte.



Nota. Motor brushless, montado en la base de soporte, para la generación eólica.

Figura 41

Medidas para el diseño de la base, para el aerogenerador y el panel solar.



Nota. Medidas para el diseño de la base, para el aerogenerador y el panel solar.

Figura 42

Construcción de la estructura metálica, para los materiales del aerogenerador y panel solar.



Nota. Estructura metálica, para los materiales del aerogenerador y panel solar.

Figura 43

Estructura metálica realizada al 70%.



Nota. Estructura metálica realizada al 70%, donde se pondrá el aerogenerador y panel solar.

Figura 44

Pintando la estructura metálica don ira montado el aerogenerador y panel solar.



Nota. Pintando la estructura metálica don ira montado el aerogenerador y panel solar.

Figura 45

Soldando la base del aerogenerador.



Nota. Base del aerogenerador, que permitirá moverse con la velocidad del viento.

Figura 46

Base metálica del aerogenerador.



Nota. Base metálica del aerogenerador, con carbones para la generación de energía eléctrica.

Figura 47

Colocación del socket.



Nota. Colocación del socket para conectar y desconectar la energía eléctrica, para un mantenimiento futuro.

Figura 48

Carbones que utilizamos en el aerogenerador.



Nota. Carbones que utilizamos para generar la energía renovable obtenida de la velocidad del viento.

Figura 49

Realización de aspas para la generación eólica.



Nota. Realización de aspas para la generación eólica.

Figura 50

Montando las Aspas en el soporte de aluminio.



Nota. Montando las Aspas en el soporte de aluminio.

Figura 51

Aspas montadas en el soporte de aluminio, para la generación eólica.



Nota. Aspas montadas en el soporte de aluminio, para la generación eólica.

Figura 52

Montando el aerogenerador, con las aspas instaladas.



Nota. Montando el aerogenerador, con las aspas instaladas.

Figura 53

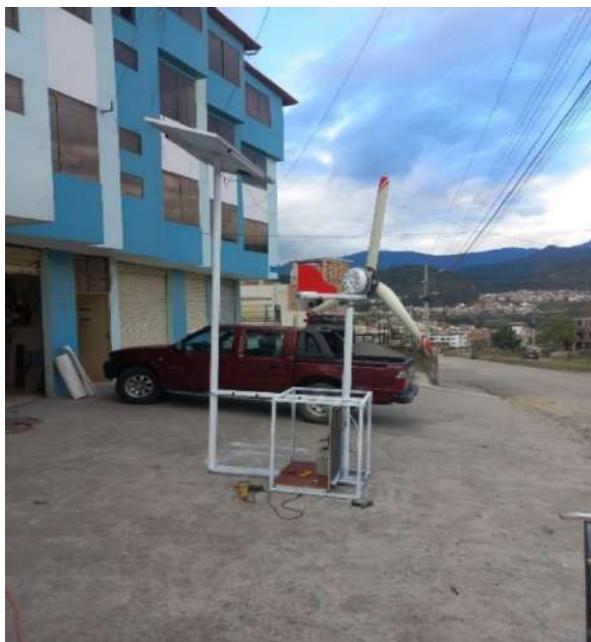
Realizando pruebas del aerogenerador en un 70%.



Nota. Realizando pruebas del aerogenerador en un 70%.

Figura 54

Aerogenerador y panel solar listos para realizar pruebas.



Nota. Aerogenerador y panel solar listos para realizar pruebas.

Figura 55

Instalación de los componentes, utilizados para la generación eólica y panel solar.



Nota. Instalación de los componentes, utilizados para la generación eólica y panel solar.

Figura 56

Instalación de todos los componentes lista para las pruebas.



Nota. Instalación de todos los componentes lista para las pruebas.

Figura 57: Decoración del aerogenerador, para darle un mejor aspecto.



Nota. Decoración del aerogenerador, para darle un mejor aspecto.

Figura 58

Realizando pruebas en el aerogenerador eólico.



Nota. Realizando pruebas en el aerogenerador eólico.

Figura 59

Aerogenerador y panel solar listos en un 100% para instalarlo.



Nota. Aerogenerador y panel solar listos en un 100% para instalarlo.

Anexo 7. Certificado de traducción abstract



CERTIF. N°. 036-JP-ISTS-2023

Loja, 28 de Octubre de 2023

El suscrito, Lic. Juan Pablo Quezada Rosales., **DOCENTE DEL ÁREA DE INGLÉS - CIS DEL INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO "SUDAMERICANO"**, a petición de la parte interesada y en forma legal,

CERTIFICA:

Que el apartado **ABSTRACT** del Proyecto de Investigación de Fin de Carrera de los señores **MARCO VINICIO HERRERA CALVA & MIKE JAIR CARRIÓN CARRIÓN** estudiantes en proceso de titulación periodo Abril – Noviembre 2023 de la carrera de **ELECTRÓNICA**; está correctamente traducido, luego de haber ejecutado las correcciones emitidas por mi persona; por cuanto se autoriza la impresión y presentación dentro del empastado final previo a la disertación del proyecto.

Particular que comunico en honor a la verdad para los fines académicos pertinentes.

English is a piece of cake.



Lic. Juan Pablo Quezada Rosales
DOCENTE DEL ÁREA DE INGLÉS ISTS - CIS

Checked by:
Juan Pablo Quezada R.
E.F.L. Teacher