

UNIVERSIDAD VALLE DEL MOMBOY
VICERRECTORADO ACADEMICO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA INGENIERIA DE COMPUTACIÓN



CONSTRUCCION DE MECANISMO DE SEGUIMIENTO SOLAR PARA
PANELES FOTOVOLTAICOS A TRAVES DE INTERNET DE LAS
COSAS

Presentado por:

BR. Alberto Sosa C.I: 28.206.227

BR. Aniel Castellano C.I: 28.096.530

TRUJILLO, VENEZUELA

2024

UNIVERSIDAD VALLE DEL MOMBOY
VICERRECTORADO ACADEMICO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA INGENIERIA (DE COMPUTACIÓN/INDUSTRIAL)



**CONSTRUCCION DE MECANISMO DE SEGUIMIENTO SOLAR PARA PANELES
FOTOVOLTAICOS A TRAVES DE INTERNET DE LAS COSAS**

Trabajo Especial de Grado para optar al título de Ingeniero de Computación

Presentado por:

BR. Alberto Sosa C.I: 28.206.227

BR. Aniel Castellano C.I: 28.096.530

Tutor

Ing. Edgardo José Paolini Quiroz

TRUJILLO, VENEZUELA

2024



VICERRECTORADO ACADÉMICO FACULTAD DE INGENIERÍA

VEREDICTO

Nosotros, **Prof. Edgardo Paolini, Prof. Yerson González y Prof. Roberto Di Michele, designados** como miembros del Jurado Examinador del Trabajo de Grado titulado **“CONSTRUCCIÓN DE MECANISMO DE SEGUIMIENTO SOLAR PARA PANELES FOTOVOLTAICOS A TRAVÉS DE INTERNET DE LAS COSAS.”** que presenta el bachiller: **SOSA VALE ALBERTO ALEXANDRO** portador de la C.I. N°. **28.206.227** nos hemos reunido para revisar dicho trabajo y después de la presentación, defensa e interrogatorio correspondiente lo hemos calificado con: **Veinte (20)** puntos, de acuerdo con las normas vigentes dictadas por el Consejo Universitario de la Universidad Valle del Mombay, referente a la evaluación de los Trabajos de Grado para optar al título de Ingeniero de Computación.

En fe de lo cual firmamos en Valera a los cinco (05) días del mes de marzo del dos mil veinticuatro (2024).

Prof. Roberto Di Michele
C.I: 19.794.455
JURADO

Prof. Edgardo Paolini
C.I: 13.897.564
TUTOR

Prof. Yerson González
C.I. 14.149.542
PRESIDENTE DEL JURADO



Profa. Yumary Valecillos
C.I. 14.151.309
DECANO



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





VICERRECTORADO ACADÉMICO FACULTAD DE INGENIERÍA

VEREDICTO

Nosotros, **Prof. Edgardo Paolini, Prof. Yerson González y Roberto Di Michele**, designados como miembros del Jurado Examinador del Trabajo de Grado titulado **“CONSTRUCCIÓN DE MECANISMO DE SEGUIMIENTO SOLAR PARA PANELES FOTOVOLTAICOS A TRAVÉS DE INTERNET DE LAS COSAS.”** que presenta el bachiller: **CASTELLANO GONZÁLEZ ANNIEL JOSUÉ**, portador de la C.I. N°. **28.096.530** nos hemos reunido para revisar dicho trabajo y después de la presentación, defensa e interrogatorio correspondiente lo hemos calificado con: **Veinte (20)** puntos, de acuerdo con las normas vigentes dictadas por el Consejo Universitario de la Universidad Valle del Mombuy, referente a la evaluación de los Trabajos de Grado para optar al título de Ingeniero de Computación.

En fe de lo cual firmamos en Valera a los cinco (05) días del mes de marzo del dos mil veinticuatro (2024).

Prof. Roberto Di Michele
C.I: 19.794.455
JURADO

Prof. Edgardo Paolini
C.I: 13.897.564
TUTOR

Prof. Yerson González
C.I. 14.149.542
PRESIDENTE DEL JURADO



Profa. Yumary Valecillos
C.I. 14.151.309
DECANO



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





REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD VALLE DEL MOMBOY
VICERRECTORADO ACADEMICO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA INGENIERIA DE COMPUTACIÓN

ACEPTACIÓN DEL TUTOR

San Rafael de Carvajal
Director del CIDIFI
Universidad Valle del Momboy
Su despacho

Por medio de la presente, hago de su conocimiento, que ante la solicitud realizada por los Bachilleres: **BR. Alberto Sosa C.I: 28.206.227 BR. Aniel Castellano C.I: 28.096.530**, acepto el compromiso de Tutorar el desarrollo de su trabajo de investigación titulado: **CONSTRUCCION DE MECANISMO DE SEGUIMIENTO SOLAR PARA PANELES FOTOVOLTAICOS A TRAVES DE INTERNET DE LAS COSAS**, para optar al título universitario de **INGENIERO DE COMPUTACIÓN**; hasta su presentación y evaluación.

Atentamente

Ing. Edgardo José Paolini Quiroz

C.I.13.897.564



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD VALLE DEL MOMBOY
VICERRECTORADO ACADEMICO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA INGENIERIA DE COMPUTACIÓN

APROBACIÓN DEL TUTOR

San Rafael de Carvajal
Director del CIDIFI
Universidad Valle del Momboy
Su despacho

Les saludo cordialmente, el motivo de la presente es con fin de informarles que yo Ing. Edgardo Paolini, asesor de la tesis de los bachilleres: **BR. Alberto Sosa C.I: 28.206.227 BR. Aniel Castellano C.I: 28.096.530**, estudiantes de Ingeniería de Computación, luego de haber supervisado la realización del Trabajo Especial de Grado y realizadas las correcciones correspondientes, doy por aprobada la redacción final del documento titulado: **CONSTRUCCION DE MECANISMO DE SEGUIMIENTO SOLAR PARA PANELES FOTOVOLTAICOS A TRAVES DE INTERNET DE LAS COSAS**, para su posterior entrega a la universidad y asignación de fecha de defensa de tesis correspondiente.

Atentamente

Ing. Edgardo José Paolini Quiroz

C.I.13.897.564

DEDICATORIA

Querida familia, amigos y profesores, en este momento tan especial quiero expresarles mi más profundo agradecimiento por su apoyo incondicional a lo largo de este arduo camino académico. Cada uno de ustedes ha sido mi roca, mi motivación y mi fuente de inspiración para alcanzar este logro. A mi familia, por su amor incondicional y su constante apoyo en cada paso que di. A mis amigos, por su ánimo inquebrantable y por estar siempre presentes en los momentos más difíciles. Y a mis profesores, por su guía, conocimiento y paciencia que me han ayudado a crecer y a superar cada desafío. Este trabajo especial de grado es el fruto de nuestro esfuerzo conjunto y va dedicado con todo mi cariño a cada uno de ustedes.

Alberto Sosa

Quiero dedicar este trabajo especial de grado a mi amada familia, en especial a mi abuelo Miguel Castellano, quien siempre ha sido mi fuente de inspiración y sabiduría. Agradezco a mis compañeros por su apoyo incondicional y por compartir conmigo este arduo camino hacia la culminación de nuestros estudios. También quiero expresar mi profundo agradecimiento a mis profesores, por su dedicación, paciencia y enseñanzas que han sido fundamentales en mi formación académica. ¡Gracias a todos por ser parte de esta etapa en mi vida!

Anniel Castellano

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento al Ing. Edgardo José Paolini Quiroz, por su invaluable orientación y dedicación durante la elaboración de mi trabajo especial de grado. Agradezco también a los profesores de la Universidad Valle del Momboy por su apoyo y conocimientos compartidos, los cuales han enriquecido mi formación académica. Asimismo, quiero reconocer el trabajo y la atención del personal que labora en esta institución, quienes con su esfuerzo diario contribuyen al desarrollo de la comunidad universitaria. Su constante apoyo ha sido fundamental en este proceso, y les estoy profundamente agradecido.

Alberto Sosa

Deseo agradecer de corazón al Ing. Edgardo Paolini por su valiosa ayuda y guía durante la realización de mi trabajo especial de grado. Su compromiso, paciencia y sabiduría han sido esenciales para el logro de este proyecto académico. Asimismo, deseo extender mi gratitud a todos los profesores y personal de la universidad que contribuyeron de alguna manera en el desarrollo de mi investigación. Sus comentarios, sugerencias y críticas constructivas fueron de gran ayuda para enriquecer el trabajo y mejorar mis habilidades académicas.

Por último, quiero agradecer a la universidad por brindarme las herramientas necesarias para llevar a cabo este proyecto y por fomentar un ambiente propicio para el aprendizaje y la investigación. Sin el apoyo de la universidad y de todas estas personas, no habría sido posible culminar con éxito esta etapa tan importante en mi formación académica. Estoy profundamente agradecido por todo lo que han hecho por mí y espero poder retribuirles de alguna manera en un futuro próximo.

Anniel Castellano

INDICE

DEDICATORIA	7
AGRADECIMIENTO	8
INDICE	9
INDICE DE TABLAS	12
INDICE DE FIGURAS.....	13
RESUMEN	14
INTRODUCCIÓN	16
CAPÍTULO I	18
EL PROBLEMA.....	18
Planteamiento del problema	18
Problemas de la investigación.....	21
Problema general	21
Problemas específicos.....	21
Objetivos de la investigación	22
Objetivo general	22
Objetivos específicos.....	22
Justificación de la Investigación	22
Teórica:	22
Práctica:	22
Metodológica:	23
Social:	23
Alcances y Limitaciones	24
Alcances.....	24

	10
Limitaciones	24
CAPÍTULO II.....	25
MARCO TEORICO.....	25
Antecedentes de la Investigación	25
Nacionales	25
Internacionales.....	29
Bases teóricas	31
Bases legales	35
Definición de términos básicos	36
Operacionalización de las Variables	39
CAPÍTULO III.....	40
MARCO METODOLOGICO.....	40
Tipo y Diseño de la investigación.....	40
Tipo de investigación.....	40
Diseño de la investigación.....	41
Población y muestra	42
Técnicas e instrumento de recolección de datos	42
Procesamiento y análisis de datos	44
CAPÍTULO IV.....	45
ANÁLISIS DE RESULTADOS	45
Identificación de las características comunes de los mecanismos de seguimiento solar	45
Clasificación de los mecanismos según su tipo:.....	46
Ventajas y desventajas de cada tipo y tecnología de mecanismo.....	47
Evaluación crítica del estado actual del conocimiento sobre los mecanismos de seguimiento solar y sus posibles aplicaciones futuras.....	50

CAPÍTULO V.....	55
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	55
Conclusiones	55
Recomendaciones.....	57
CAPÍTULO VI.....	58
LA PROPUESTA	58

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Operacionalización de las Variables</i>	39
Tabla 2 <i>Estudio salida y puesta del sol Carvajal</i>	52

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Salidas del Sol según diferentes estaciones.....	59
Figura 2 Esquemático de conexiones inicial.....	59
Figura 3 Esquemático de conexiones final	60
Figura 4 Simulación de la conexión digital inicial.	60
Figura 5 Simulación de la conexión digital final.	61
Figura 6 Conexión en físico inicial.	62
Figura 7 Representación Final Modelo impreso en 3D.	62
Figura 8 Propuesta de diseño en 3D.	68
Figura 9 Diseño a escala en 3D.....	68
Figura 10 Base automatizada a escala en etapa de prueba.....	69
Figura 11 Base automatizada a escala en etapa final.	70
Figura 12 Esquemático de conexiones.....	71
Figura 13 Simulación de la conexión digital.	71

**UNIVERSIDAD VALLE DEL MOMBOY
VICERRECTORADO ACADEMICO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA INGENIERIA DE COMPUTACIÓN**

**CONSTRUCCION DE MECANISMO DE SEGUIMIENTO SOLAR PARA
PANELES FOTOVOLTAICOS A TRAVES DE INTERNET DE LAS COSAS**

Autor(es): BR. Alberto Sosa
BR. Anniel Castellano

Tutor: Ing. Edgardo José Paolini Quiroz
Año: 2024

RESUMEN

El siguiente trabajo de investigación consiste en realizar el diseño, modelo y construcción de un mecanismo de seguimiento solar para paneles fotovoltaicos, este mecanismo permitirá que los paneles solares se alineen de manera óptima con la trayectoria del sol a lo largo del día, maximizando así la captación de energía solar.

El proceso de desarrollo de este mecanismo comienza con un detallado diseño en 3D, el cual posteriormente es materializado a través de la construcción de un prototipo a escala utilizando madera como material base. Tras una serie de pruebas y ajustes, se determina que la mejor opción para la fabricación final del mecanismo es el uso de una impresora 3D disponible en las instalaciones universitarias. Esta decisión no solo agiliza el proceso de producción, sino que también permite visualizar de manera más precisa y detallada el aspecto final del mecanismo.

El objetivo de esta investigación es satisfacer las necesidades energéticas del datacenter de la Universidad Valle del Momboy. Dada la frecuencia de fallas eléctricas en el país que afectan las operaciones del datacenter, se busca implementar este mecanismo de seguimiento solar como una solución efectiva para garantizar un suministro continuo y estable de energía, evitando así pérdidas en las transmisiones de datos y asegurando un funcionamiento ininterrumpido del datacenter.

Palabras clave: Mecanismo de seguimiento solar

**UNIVERSITY VALLE DEL MOMBOY
ACADEMIC VICE-RECTORATE
FACULTY OF ENGINEERING
COMPUTER ENGINEERING SCHOOL**

**CONSTRUCTION OF SOLAR TRACKING MECHANISM FOR
PHOTOVOLTAIC PANELS THROUGH THE INTERNET OF THINGS**

Authors: BR. Alberto Sosa
BR. Anniel Castellano
Tutor: Ing. Edgardo José Paolini Quiroz
Year: 2024

ABSTRACT

The following research project consists of designing, modeling, and constructing a solar tracking mechanism for photovoltaic panels. This mechanism will allow the solar panels to align optimally with the sun's trajectory throughout the day, thereby maximizing the capture of solar energy.

The development process of this mechanism begins with a detailed 3D design, which is later materialized through the construction of a scale prototype using wood as the base material. After a series of tests and adjustments, it is determined that the best option for the final manufacturing of the mechanism is the use of a 3D printer available in the university facilities. This decision not only streamlines the production process but also allows for a more precise and detailed visualization of the final appearance of the mechanism.

The objective of this research is to meet the energy needs of the data center at Valle del Momboy University. Given the frequency of power outages in the country that affect the data center's operations, implementing this solar tracking mechanism is seen as an effective solution to ensure a continuous and stable energy supply, thus avoiding losses in data transmissions and ensuring uninterrupted operation of the datacenter.

Keywords: Sun tracking mechanism

INTRODUCCIÓN

La energía solar es una de las fuentes de energía renovable más importantes y prometedoras en la actualidad. Los paneles solares son dispositivos que convierten la energía solar en electricidad, y su eficiencia depende en gran medida de la cantidad de luz solar que reciben. Para maximizar la eficiencia de los paneles solares, se puede implementar una base automatizada con seguimiento al sol, que permita que los paneles siempre estén orientados hacia el sol. Su disponibilidad a nivel mundial la convierte en un componente esencial para sistemas energéticos sostenibles, permitiendo el desarrollo actual sin comprometer las generaciones futuras.

En los últimos años, los costos de la electricidad han aumentado, y se espera que esta tendencia continúe. La volatilidad en los precios de los servicios públicos dificulta la planificación y presupuestación para empresas e instituciones. La energía renovable, económicamente más viable a largo plazo en comparación con las fuentes convencionales, se ha vuelto competitiva en diversos lugares debido a la disminución de los costos de tecnologías renovables. Esto lleva a que empresas e instituciones con facturas eléctricas elevadas consideren la energía solar como una opción rentable.

Optar por la autonomía mediante la instalación de paneles solares para la generación de energía se presenta como una forma segura de controlar los costos. Además de ser económicamente beneficiosa, la energía solar fotovoltaica destaca por ser una solución ambientalmente sostenible, ya que no emite gases de efecto invernadero, contribuyendo así a combatir el cambio climático.

En América Latina y el Caribe, países como Brasil y México lideran en la generación de energía solar. Sin embargo, en Venezuela, a pesar de tener un gran potencial solar, aún no se ha explotado plenamente. La falta de aprovechamiento de esta fuente renovable contrasta con la

creciente frecuencia de fallas eléctricas en el país. A pesar de las oportunidades perdidas, proyectos como granjas eólicas en Falcón y Zulia muestran intentos de aprovechar otras fuentes renovables, aunque algunos hayan sido abandonados.

El sector educativo, como la Universidad Valle del Momboy en Venezuela, busca diferenciarse y contribuir a la lucha contra el cambio climático. La instalación de paneles solares en los techos de la universidad no solo promueve prácticas ecológicas, sino que también atrae a estudiantes comprometidos con el medio ambiente. En este contexto, la universidad considera implementar un mecanismo automatizado de seguimiento solar para asegurar la estabilidad eléctrica de su datacenter, destacando su compromiso con la sostenibilidad y la conciencia sobre el cambio climático.

El trabajo se estructura en el Capítulo I donde se aborda el problema, seguido del capítulo II, con él, marco teórico que contiene antecedentes y bases teóricas fundamentales, el Capítulo III el recorrido metodológico para luego en el Capítulo IV realizar los análisis de resultados el Capítulo V concluir y dar recomendaciones y finalmente el Capítulo VI realizar la propuesta .

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

Planteamiento del problema

La energía solar fotovoltaica es una fuente de energía limpia y renovable que aprovecha la radiación solar para generar electricidad, esto se da gracias al efecto fotoeléctrico que convierte los rayos solares que emite el sol en energía eléctrica. A diferencia de las fuentes de energía tradicionales como el carbón, el gas, el petróleo o la energía nuclear que son limitados, la energía solar se encuentra disponible a nivel mundial y se adapta a los ciclos naturales, gracias a esto se les denomina energía renovable. Por esta razón, es un componente importante de un sistema energético sostenible que permite el desarrollo actual sin comprometer el desarrollo de las generaciones futuras.

Los precios de la electricidad han aumentado durante la última década y se espera que los costos de energía continúen aumentando con el tiempo. La volatilidad de los precios en los mercados de servicios públicos puede dificultar que las empresas e instituciones planifiquen y presupuesten para el futuro. Tomando en cuenta que la energía renovable es más rentable a largo plazo que la energía convencional en muchos países del mundo y los costos de las tecnologías de energía renovable han reducido bastante con el pasar de los años se puede observar que es completamente competitiva con las tecnologías convencionales en un número creciente de lugares las empresas e instituciones con facturas de electricidad altas comienzan a darse cuenta de cuánto dinero pueden ahorrar al cambiarse a la energía solar.

Una forma segura de controlar sus costos de energía es optar por la vía autónoma instalando paneles solares para generar su propia energía. Con esta información se puede llegar a la conclusión de que las empresas e instituciones que siempre están buscando la forma de reducir sus

costos operativos vean los beneficios a escala financiera que pueden obtener con la implementación de la energía solar fotovoltaica.

La energía solar fotovoltaica no solo es económicamente viable si no que también es la solución ambiental más sostenible para el desarrollo global ya que al no emitir gases de efecto invernadero no contribuye al calentamiento global, lo que la convierte en unas de las tecnologías renovables más efectivas para combatir el cambio climático.

En América Latina y el Caribe desde hace un par de años se ha comenzado a aprovechar los beneficios que aporta la energía solar fotovoltaica llegando en 2021 Brasil y México ser los países que con mayor generación de energía solar en América Latina y el Caribe. Países de América Latina como lo es Venezuela no se ha podido explotar el uso de energía solar fotovoltaica, lo cual es difícil de entender ya que Venezuela posee uno de los potenciales más grandes para generar energía solar, de acuerdo al mapa del Atlas Global de Energía Renovable muestra que el potencial solar de Venezuela ronda los 236 vatios por metro cuadrado, teniendo solo 40 puntos menos que el desierto de Atacama ubicado en Chile que es la zona con mayor capacidad para producir energía fotovoltaica en América.

En las zonas de Facón y Zulia, se llevaron a cabo proyectos para la construcción de granjas eólicas con el objetivo de aprovechar la energía del viento para generar electricidad. A pesar de que se instalaron algunas turbinas, lamentablemente los proyectos fueron abandonados y hoy en día solo quedan los despojos de lo que alguna vez fue una prometedora iniciativa. Es triste ver cómo se desperdician oportunidades valiosas para desarrollar fuentes de energía renovable y sostenible, especialmente cuando el cambio climático es una amenaza cada vez más real. Esperamos que en el futuro se tomen medidas más efectivas para impulsar este tipo de proyectos y así contribuir a un futuro más verde y próspero.

En Venezuela el tema de la energía eléctrica es complicada ya que puede estar funcionando perfectamente y de un momento a otro sin previo aviso puede haber una falla en el suministro eléctrico por un tiempo indefinido, Venezuela el año pasado sumo alrededor de 233 mil fallas eléctricas obteniendo un 22% más que el año 2021, por este motivo se deben tener alguna reserva eléctrica en este caso se puede utilizar energías renovables como lo son los paneles solares.

Una universidad que sea sostenible y respetuosa con el medio ambiente puede ser un diferenciador entre las otras, así como La Universidad Valle del Momboy escogió los colores para su identificación como lo son el rojo, el verde y el azul. El Isologo es la estilización del Higuierón (*Ficus gigantoides*) típico de la zona del valle del Momboy, que es un árbol de elegante porte, alto, robusto y siempre verde. El sistema de identidad visual de la Universidad Valle del Momboy está formado por su isologo.

La representación corresponde a la simplificación de un árbol, específicamente un Higuierón, magnífica especie del reino vegetal que engalana con su belleza la Finca Tempé, ubicada en pleno corazón del Valle del Momboy, vía La Puerta, en el municipio Valera, donde se acostumbra a celebrar los actos de grado de nuestra Alma Mater. Este Higuierón se posa sobre una tierra fértil y próspera representada por una línea; acompañado a su vez por un círculo contenedor para darle mayor fuerza y presencia. La Universidad Valle del Momboy utiliza los colores verde y rojo, que forman parte de la bandera del estado Trujillo.

En la época que nos encontramos muchos estudiantes buscan instituciones que contribuyan a apoyar y detener el cambio climático causado por el hombre, lo que hace que las universidades que cuenten con la instalación de energía solar fotovoltaica en los techos de la universidad sea una manera de promover las practicas ecológicas construyendo así una marca de energía limpia y dar a los estudiantes una opción más atractiva a la hora de elegir entre varias universidades.

En la actualidad, la sede de Estovacuy de la Universidad Valle del Momboy en Carvajal, estado Trujillo, Venezuela, está considerando la posibilidad de utilizar un mecanismo automatizado para seguimiento del sol como una alternativa para situar paneles solares en los mismos y de esta manera suministrar energía eléctrica a su datacenter. Esto se debe a que en Venezuela hay muchas fluctuaciones en el suministro eléctrico y es crucial para la universidad mantener el servicio que brinda el datacenter a las diferentes aulas de la institución. Al implementar el mecanismo automatizado para seguimiento del sol, la Universidad Valle del Momboy dejaría de depender de la red eléctrica nacional y aumentaría la estabilidad de los servicios, evitando interrupciones en la comunicación de sus datos. Además, esta iniciativa generaría conciencia sobre la lucha contra el cambio climático causado por las acciones humanas.

Problemas de la investigación

Problema general

¿Es posible implementar un soporte motorizado o mecanismo para la automatización del movimiento y seguimiento solar controlable mediante el internet de las cosas para suministrar energía eléctrica a el datacenter de la Universidad Valle del Momboy?

Problemas específicos

¿Cómo diseñar la estructura adecuada para el mecanismo de seguimiento solar?

¿Qué código se necesita para permitir que el mecanismo rote de acuerdo a la ubicación del sol?

¿Cómo se puede demostrar la efectividad del código desarrollado mediante un prototipo a escala real y funcional?

¿Qué pruebas son necesarias para comprobar la operatividad y efectividad del sistema completo integrando el soporte motorizado al panel solar en la Universidad Valle del Momboy?

Objetivos de la investigación

Objetivo general

Implementar un soporte motorizado o mecanismo para la automatización del movimiento y seguimiento solar controlable mediante el internet de las cosas para el montaje de paneles fotovoltaico en la Universidad Valle del Momboy.

Objetivos específicos

- Diseñar la estructura para el mecanismo de seguimiento solar.
- Desarrollar un código que permita al mecanismo rotar de acuerdo a la ubicación del sol.
- Demostrar la efectividad del código desarrollado mediante un prototipo a escala real y funcional.
- Demostrar la efectividad del mecanismo desarrollado mediante un prototipo a escala real y funcional.

Justificación de la Investigación

Teórica: La energía solar es una de las fuentes de energía renovable más importantes y prometedoras en la actualidad. Sin embargo, su eficiencia y rentabilidad dependen en gran medida del mecanismo de seguimiento solar utilizado. Por lo tanto, es importante investigar y desarrollar sistemas automatizados que permitan un seguimiento solar preciso y eficiente. Esta investigación contribuirá al avance de la tecnología solar y a la promoción de una fuente de energía limpia y sostenible.

Práctica: Con el propósito de solucionar la pérdida de comunicación de datos que se produce en el cuarto de redes debido a las fallas eléctricas, se llevó a cabo un estudio para identificar una alternativa efectiva. Tras una exhaustiva investigación, se ha encontrado que la

implementación de un mecanismo de seguimiento solar con base automatizada es la solución más adecuada para suministrar energía y evitar interrupciones en la transmisión de datos. Por lo tanto, se procederá a implementar esta solución con el fin de garantizar una comunicación estable y confiable en el datacenter.

Metodológica: Mediante una investigación exhaustiva para determinar la alternativa más adecuada para instalar un suministro de energía renovable de respaldo no contaminante, se ha propuesto un mecanismo de seguimiento solar con base automatizada. Este mecanismo permitirá recolectar la mayor cantidad de energía posible, según los modos que se establezcan.

Social: La comunidad universitaria se compromete a ser solidaria, emprendedora y sustentable para superar los desafíos del conocimiento en nuestra realidad de pobreza e ignorancia. Para lograrlo, se necesitan políticas públicas acertadas, mayor inclusión social y ciudadanía activa. Los objetivos estratégicos incluyen crear espacios vanguardistas para el aprendizaje del DHS, comprometerse con el DHS del entorno UVM y ser una referencia universitaria en DHS. Además, al implementar un mecanismo de seguimiento solar de con base automatizada se protege al medio ambiente al no emitir gases de efecto invernadero y se garantiza un suministro eléctrico constante para mantener la comunicación hacia su datacenter.

Alcances y Limitaciones

Alcances

A través de la implementación de un mecanismo automatizado para seguimiento del sol se desea demostrar la efectividad de este tipo de proyecto, aumentando la energía solar fotovoltaica que se obtiene de mediante los paneles que utilizan este sistema, la cual será utilizada para satisfacer los requerimientos eléctricos del datacenter de la Universidad Valle del Momboy, sede Estovacuy.

Limitaciones

La implementación de un sistema motorizado o mecanismo para la automatización del movimiento y seguimiento solar puede ser costosa, especialmente si se desea controlar mediante el internet de las cosas. Además, el mantenimiento de un sistema motorizado puede ser costoso y requerir personal capacitado para su reparación. Para controlar el sistema mediante el internet de las cosas, es necesario contar con una conexión a internet estable y confiable, lo que podría ser un desafío en algunas áreas. Las condiciones climáticas pueden afectar el funcionamiento del sistema motorizado, especialmente en áreas con fuertes vientos o lluvias intensas. Es posible que existan regulaciones locales que limiten la instalación de sistemas motorizados o mecanismos para la automatización del movimiento y seguimiento solar en ciertas áreas. Además, la implementación de un sistema motorizado podría tener un impacto ambiental negativo si no se toman medidas adecuadas para minimizar su huella ecológica.

CAPÍTULO II

MARCO TEORICO

Los mecanismos automatizados para paneles solares fotovoltaicos son de suma importancia, ya que puede ayudar a mejorar la eficiencia y la eficacia de los sistemas de energía solar. Los mecanismos automatizados para paneles solares tienen la capacidad de seguir el movimiento del sol a lo largo del día, lo que les permite capturar más luz solar y generar más energía. Esta tecnología tiene el potencial de aumentar la producción de los sistemas de energía solar hasta en un 40%. Por lo tanto, una investigación sobre esta tecnología puede ayudar a identificar formas de optimizar su rendimiento, reducir costos y hacerla más accesible para un uso generalizado. En última instancia, esto puede conducir a una reducción significativa de las emisiones de gases de efecto invernadero y a un cambio hacia un futuro más sostenible.

Antecedentes de la Investigación

Debido a una investigación exhaustiva se encontraron trabajos de investigación de reestructuración de redes que fueron implementados en diferentes lugares.

Nacionales

Según Márquez, Gil (2022) "Estudio de factibilidad técnico-económico para la implementación de celdas fotovoltaicas como fuente de energía eléctrica alternativa en la UCAB Guayana" El objetivo principal de este trabajo fue llevar a cabo un análisis técnico-económico para determinar la viabilidad de implementar celdas fotovoltaicas como una fuente alternativa de energía eléctrica en situaciones de emergencia en la UCAB Guayana. Para ello, se realizó una evaluación técnica que incluyó entrevistas no estructuradas con los diferentes departamentos de la universidad para obtener información sobre la demanda eléctrica de los edificios, así como

observaciones directas para recopilar datos teóricos sobre el consumo energético. Además, se llevó a cabo un estudio técnico para seleccionar los equipos más adecuados según las condiciones climáticas y geográficas del lugar, y se dimensionó la instalación para satisfacer la demanda eléctrica. También se propusieron diversas opciones con diferentes estructuras y ubicaciones de los equipos, considerando que algunas ubicaciones podrían ofrecer un mejor rendimiento para la instalación.

El objetivo del estudio económico es proporcionar los valores necesarios para determinar si el proyecto de inversión es viable. Para lograr esto, se utilizó el marco lógico para definir indicadores que evalúen los beneficios sociales, ambientales y económicos de la instalación. Estos indicadores son cruciales para tomar una decisión sobre si invertir o no en el proyecto. A partir de los resultados obtenidos, se concluye que el proyecto es técnicamente factible. Sin embargo, su viabilidad económica debe ser evaluada junto con un ajuste en los servicios y tarifas eléctricas en Venezuela. A pesar de esto, los indicadores relacionados con los beneficios sociales y ambientales muestran un alto potencial para este proyecto.

Este proyecto se relaciona directamente con la implementación de celdas fotovoltaicas como fuente alternativa de energía eléctrica en situaciones de emergencia. Al igual que en este proyecto, se realizará una evaluación técnica exhaustiva que incluirá investigaciones y observaciones directas para recopilar información sobre la demanda eléctrica del datacenter. Además, se llevará a cabo un estudio técnico minucioso para seleccionar los equipos más adecuados según las condiciones climáticas y geográficas del lugar. Ambos proyectos buscan aprovechar al máximo las fuentes de energía renovable para garantizar el suministro eléctrico en situaciones críticas y contribuir a la sostenibilidad del medio ambiente.

Según Aguilera (2020) "Análisis de viabilidad técnica del suministro de energía eléctrica en Mantecal, estado Apure, mediante un sistema solar" Este estudio presenta los hallazgos de un análisis sobre la factibilidad técnica y ambiental de un sistema solar en Mantecal - Apure, basado en una revisión global teórica sobre las energías alternativas, la disponibilidad del recurso solar en el área de estudio específica y las características tecnológicas del sistema de energía solar fotovoltaica. Se llevó a cabo una evaluación para determinar los beneficios ambientales de reemplazar o complementar el suministro actual de energía con energía solar.

Se concluye que la instalación del sistema solar fotovoltaico es viable para las condiciones climáticas identificadas, como la radiación y el brillo solar en el área de estudio, así como las condiciones técnicas necesarias. Según los resultados obtenidos a través del enfoque teórico e investigativo y el alcance del proyecto, se abre la posibilidad para continuar con estudios adicionales relacionados con el dimensionamiento técnico del sistema propuesto y el diagnóstico de la demanda energética en la zona, lo cual es necesario para llevar a cabo esta investigación.

El presente proyecto se asemeja al estudio presentado en cuanto a que se centrará en la evaluación de la factibilidad técnica y ambiental de un sistema solar fotovoltaico. Se llevará a cabo una evaluación exhaustiva de la disponibilidad del recurso solar en el área específica de estudio, así como también se analizarán las características tecnológicas del sistema. Los resultados obtenidos permitirán determinar si la instalación del sistema es viable para las condiciones climáticas identificadas, lo que presentará una oportunidad para explorar esta alternativa de energía sostenible y amigable con el medio ambiente.

Según Espinoza (2021) "ESTUDIO DE ALTERNATIVAS PARA ALUMBRADO CON LUMINARIAS LED Y SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA FOTOVOLTAICA EN ÁREAS EXTERIORES" El objetivo principal de este trabajo especial de grado fue proponer

alternativas de iluminación más eficientes y sostenibles para la Universidad Católica Andrés Bello (UCAB), con el fin de reducir el consumo de energía. Para lograr esto, se llevó a cabo un estudio comparativo entre diferentes sistemas de energía fotovoltaica y led para el alumbrado público en el campus UCAB. Se evaluaron dos opciones específicas: luminarias solares autosuficientes y luminarias led conectadas a la red eléctrica, para ser utilizadas en áreas específicas del jardín interno y estacionamiento. Además, se propuso un diseño para un sistema fotovoltaico aislado en el área del edificio de estacionamiento, que también fue evaluado técnicamente y económicamente.

Después de analizar las alternativas, se determinó que las luminarias led eran más factibles económicamente debido al precio del consumo mensual de energía eléctrica en Venezuela. Sin embargo, se demostró que las luminarias solares también son una buena opción. En general, se observó una reducción significativa en el consumo de energía: 60% (9.745,5 KWh/año) para el área de jardines internos, 62,5% (10.950 KWh/año) para el estacionamiento de profesores y 71,95% (183.843,20 KWh/año) para el edificio de estacionamiento. Además, se concluyó que no es viable económicamente instalar un sistema aislado en la UCAB. No obstante, se sugirió analizar opciones de sistemas fotovoltaicos conectados a la red, los cuales podrían ser más rentables y beneficiosos para la institución.

El presente trabajo tiene como relación el uso de paneles fotovoltaicos como una alternativa para reducir el consumo eléctrico en un sector específico de la universidad. Estos paneles son una forma de incentivar el uso de energías renovables, en este caso la energía solar, y contribuir así a la disminución de la huella de carbono. La implementación de esta tecnología no solo representa un ahorro económico a largo plazo, sino que también es una medida sostenible y responsable con el medio ambiente.

Internacionales

(Jean P. Bueno S.; Luis E. Kuonqui G, 2022) “IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO CON SEGUIMIENTO SOLAR PARA OPTIMIZACIÓN DE COSECHA ENERGÉTICA EN LA CIUDAD DE GUAYAQUIL DURANTE EL CICLO ESCOLAR 2021-2022.” El objetivo de este proyecto es implementar, diseñar y modelar un sistema que permita posicionar paneles solares para aprovechar la energía del sol. Se propone desarrollar un sistema fotovoltaico móvil que se oriente perpendicularmente a los rayos UV para obtener la mayor cantidad de energía solar posible durante el día. Para ello, se construirá una estructura mecánica utilizando materiales como aluminio fundido y acero, así como una relación de piñones para mover el panel solar en diferentes ejes mediante actuadores. Además, se buscará encontrar un modelo óptimo para controlar el movimiento del panel y maximizar la captación de energía solar. Este proyecto tiene como finalidad ser una herramienta para que los estudiantes de la Universidad Politécnica Salesiana puedan experimentar con diferentes algoritmos de control para el seguimiento del sol y analizar la eficiencia en la cosecha solar.

El proyecto en cuestión se encuentra estrechamente relacionado con la investigación que se está llevando a cabo, ya que ambos tienen como objetivo principal la elaboración e implementación de una base automatizada para posicionar un panel solar y obtener la mayor cantidad de energía solar posible. Esta iniciativa es de gran importancia, ya que permitirá reducir el consumo de energía eléctrica convencional.

(Luis F. Daza C.; Juan S. Pérez A, 2020)” DISEÑO, CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA SOLAR DE UN EJE EN UNA ESTACIÓN DE CARGA DE CELULARES UTILIZANDO PANELES SOLARES” En este proyecto de investigación, se desarrolló un sistema de rastreo solar de bajo costo con un solo eje, el cual fue

automatizado mediante una tarjeta Arduino. El sistema creado tiene la capacidad de cargar hasta seis dispositivos móviles al mismo tiempo y puede funcionar durante 24 horas continuas, incluso en días nublados. Debido a su innovación, el sistema fue donado a la comunidad de la UPB seccional Bucaramanga para su uso y disfrute. Además, las pruebas realizadas demostraron que el sistema con seguimiento solar automatizado, que varía los ángulos a lo largo del día, proporciona una mayor potencia en comparación con un sistema estático.

Este proyecto se relaciona directamente con el trabajo que ya se está llevando a cabo, ya que la plataforma automatizada que se va a diseñar e implementar también incluirá un sistema de seguimiento solar. Este sistema contará con un mecanismo que le permitirá realizar movimientos angulares, lo que permitirá ajustar la posición del panel solar para maximizar su exposición a la luz solar. Estos desplazamientos angulares se realizarán periódicamente mediante el programa suministrado, lo que garantizará una eficiente captación de energía solar.

(Fausto G. Avila L, 2018) “Diseño Y Construcción De Una Estructura Metálica Para Un Seguidor Solar, De Dos Ejes Para Ser Implementado En El Campus Miguel De Cervantes De La UISEK Ecuador.” El objetivo de este proyecto es crear un seguidor solar de dos ejes mediante un análisis estructural y simulación mecánica en estado estático, para implementar un sistema de energía eléctrica a partir de energía solar. En primer lugar, se utilizó un modelo previo y se modificó para poder alojar un panel solar de 175 W (11Kg). Luego, se realizó un análisis estructural considerando las cargas influyentes sobre la columna principal y la base, evaluando el perfil y material necesarios a través de catálogos regionales. Posteriormente, se llevó el prototipo a un programa CAD para realizar una simulación estática y detectar posibles fallas. Finalmente, se construyó el prototipo real con algunas modificaciones que surgieron durante el proceso. Tras

comparar el prototipo real con el virtual, se obtuvo una estructura funcional capaz de soportar las cargas y liviana, pesando 80 kilogramos con todos los componentes incluidos.

Este proyecto se asemeja al que ya se está llevando a cabo, ya que ambos comenzarán con un modelo prototipo a escala para demostrar la efectividad de la base automatizada. Posteriormente, se llevará a cabo una investigación exhaustiva para determinar cuáles son los mejores materiales para la base y el motor que permitirá re direccionar su posición, de manera que siempre esté en la posición más óptima para aprovechar al máximo la energía solar suministrada. Si el modelo a escala funciona correctamente y cumple con su función, se procederá a buscar los materiales y paneles necesarios para construir la estructura final.

Bases teóricas

Los mecanismos de seguimiento permiten que los paneles solares sigan automáticamente el movimiento aparente del sol mediante motores y sensores que detectan la posición del sol en el cielo. La eficiencia energética de un panel solar se refiere a la cantidad de energía solar que se convierte en energía eléctrica. La eficiencia energética depende de varios factores, como la calidad del panel, el ángulo de incidencia solar y la temperatura ambiente. Los mecanismos automatizados para paneles solares pueden mejorar significativamente la eficiencia energética al mantener los paneles orientados hacia el sol y reducir las pérdidas debidas a ángulos oblicuos o sombras.

Diagnosticar los requerimientos del datacenter

En los requerimientos del datacenter se tiene el nivel de consumo que se refiere a la cantidad de energía que consume el datacenter. Es importante conocer este dato para poder dimensionar adecuadamente la capacidad de suministro eléctrico y evitar sobrecargas que puedan afectar el funcionamiento del datacenter. También se requiere saber el tiempo de autonomía que indica el tiempo que el datacenter puede funcionar sin suministro eléctrico externo. Es importante

conocer este dato para poder dimensionar adecuadamente las baterías y generadores de respaldo, y garantizar la continuidad operativa en caso de cortes de energía.

Para diagnosticar los requerimientos del datacenter es necesario realizar un análisis detallado del consumo energético y la capacidad de respaldo, considerando factores como la cantidad y tipo de servidores, sistemas de refrigeración, iluminación, entre otros. Además, es importante tener en cuenta las necesidades específicas o actividades que se desarrollan en el datacenter, ya que pueden influir en los requerimientos energéticos y de autonomía. Una vez obtenidos los datos necesarios, se pueden realizar recomendaciones para optimizar el uso energético y mejorar la eficiencia operativa del datacenter.

Diseñar la estructura para el mecanismo de seguimiento solar, para el diseño de la estructura del mecanismo automatizado se tiene los dispositivos a utilizar que se refiere a los componentes electrónicos que se utilizarán para el diseño de la base automatizada. Estos dispositivos son el esp32 que es un microcontrolador de bajo costo y alto rendimiento que se utiliza para desarrollar proyectos de IoT (Internet de las cosas) este es compatible con WiFi y Bluetooth., protoboard es una placa de circuito impreso que se utiliza para realizar prototipos electrónicos que permite conectar componentes electrónicos sin necesidad de soldarlos, cables jumper son cables con conectores macho en ambos extremos que se utilizan para conectar componentes electrónicos en una protoboard que permiten hacer conexiones temporales y fáciles de cambiar, sensor ldr es un sensor que detecta la luz ambiental y varía su resistencia eléctrica en función de la intensidad lumínica que se utiliza para medir la luminosidad en un ambiente determinado y un servo motor que es un tipo de motor eléctrico que se utiliza para controlar el movimiento angular preciso en una posición determinada.

También se tienen los elementos pasivos que son aquellos que no requieren energía eléctrica para funcionar, como las estructuras mecánicas y las piezas de fijación y los activos que son aquellos que requieren energía eléctrica para funcionar, como los motores y los controladores. Por último, está el tipo de tecnología que se usara que es el ESP 32 es un microcontrolador de bajo costo y alto rendimiento que se utiliza en una amplia variedad de aplicaciones electrónicas. En el diseño de la base automatizada, el uso del ESP 32 puede permitir una mayor eficiencia energética y un mayor control sobre el sistema.

Demostrar la efectividad del código desarrollado mediante un prototipo a nivel escala.

Para demostrar la efectividad del código se encuentra la eficiencia energética del prototipo a escala que mide la cantidad de energía que el prototipo es capaz de generar en relación a la cantidad de energía que consume, la eficiencia energética es un factor clave en la evaluación de la efectividad del código, ya que un prototipo con alta eficiencia energética será más rentable y sostenible a largo plazo. También está el grado de precisión en el seguimiento solar del prototipo a escala que es fundamental para maximizar la producción de energía solar para así medir la capacidad del prototipo para seguir con precisión el movimiento del sol y ajustar su posición para obtener la máxima exposición solar posible. Por último, se tiene el costo total del prototipo a escala que incluye todos los gastos asociados con el diseño, construcción y puesta en marcha del prototipo, que es importante porque un programa efectivo debe ser rentable y accesible para su implementación a gran escala.

En resumen, para demostrar la efectividad del código desarrollado mediante un prototipo a nivel escala, se deben evaluar los indicadores de eficiencia energética, grado de precisión en el seguimiento solar y costo total del prototipo a escala. Estos indicadores son fundamentales para determinar si el programa es viable y sostenible a largo plazo.

La implementación de una base automatizada para paneles solares con seguimiento al sol implica varios pasos:

1. **Diseño del sistema:** Se debe diseñar un sistema mecánico que permita mover los paneles según la posición del sol durante todo el día. Este sistema debe ser controlado por una computadora para garantizar su precisión y eficiencia.
2. **Selección del motor:** Se debe seleccionar un motor adecuado para mover los paneles según las necesidades del sistema. El motor debe ser lo suficientemente potente como para soportar el peso de los paneles y girarlos con precisión.
3. **Programación del software:** Se debe programar un software específico para controlar el movimiento de los motores según las coordenadas del sol durante todo el día.
4. **Instalación del sistema:** Una vez diseñado, seleccionado e instalado todos los componentes, se procede a instalar el sistema completo en su ubicación final.
5. **Pruebas y ajustes finales:** Finalmente, se realizan pruebas y ajustes finales para asegurarse de que el sistema funciona correctamente y maximiza la eficiencia de los paneles.

Se diseñará un programa el cual se puede configurar con posiciones preestablecidas para cada hora de luz del día, y se pueden usar algoritmos más avanzados para rastrear la trayectoria prevista del sol a lo largo del día en función de factores como la época del año y la ubicación. Un beneficio potencial de este programa es que podría aumentar la cantidad de energía generada por los paneles solares, ya que podrían seguir el movimiento del sol a lo largo del día y ajustar su posición en consecuencia. Esto podría ser particularmente útil en áreas con altos niveles de luz solar, donde los paneles solares ya son una fuente efectiva de energía renovable.

Sin embargo, también existen desafíos potenciales asociados con la implementación de este programa. Por ejemplo, puede requerir una inversión significativa en componentes de

hardware y software, así como una planificación e implementación cuidadosas para garantizar que el sistema de seguimiento se instale correctamente y funcione de manera efectiva. Además, puede haber requisitos de mantenimiento continuo asociados con el funcionamiento correcto del sistema de seguimiento a lo largo del tiempo. En general, si bien la implementación de un código que permite tanto el giro gradual de acuerdo con el tiempo programado como el seguimiento del movimiento del sol a lo largo del día, existen beneficios potenciales, es importante considerar detenidamente tanto los costos como los beneficios antes de decidir si seguir o no este enfoque.

Bases legales

La elaboración e implementación de un mecanismo de seguimiento solar para paneles solares en Venezuela involucra varias leyes y artículos legales, entre los cuales se pueden mencionar:

Constitución de la República Bolivariana de Venezuela: En el artículo 127 se establece que "es un deber del Estado, con la activa participación de la sociedad, garantizar que la población se desenvuelva en un ambiente libre de contaminación, en donde el aire, el agua, los suelos, las costas, el clima, la capa de ozono, las especies vivas y el patrimonio genético sean especialmente protegidos".

Ley Orgánica del Ambiente (LOA): Esta ley establece los principios y normas para la protección del ambiente en Venezuela, incluyendo la promoción de tecnologías limpias y el uso de energías renovables.

Ley para el Fomento y Desarrollo de las Energías Renovables: Esta ley tiene como objetivo fomentar y desarrollar las energías renovables en Venezuela. En su artículo 1 se establece que "la presente ley tiene por objeto promover el uso racional y eficiente de la energía renovable como fuente primaria para la generación eléctrica".

Ley Orgánica del Servicio Eléctrico (LOSE): Esta ley regula el servicio eléctrico en Venezuela y establece las condiciones para la generación, transmisión, distribución y comercialización de energía eléctrica.

Reglamento General de Generación Distribuida con Fuentes Renovables (RGD): Este reglamento establece las normas técnicas y administrativas para la generación distribuida con fuentes renovables, incluyendo los sistemas automatizados para paneles solares.

Resolución N° 008/2019: Esta resolución establece los requisitos técnicos para la conexión al sistema eléctrico nacional de sistemas fotovoltaicos conectados a red.

Resolución N° 001/2020: Esta resolución establece los procedimientos para la evaluación técnica y aprobación de proyectos de generación distribuida con fuentes renovables.

Definición de términos básicos

Automatización: La automatización es el proceso mediante el cual se controlan y supervisan los sistemas y procesos mediante el uso de tecnología. En el caso de una base automatizada para paneles solares, se utiliza tecnología para controlar y supervisar el funcionamiento del sistema.

Base automatizada: Es un sistema controlado por computadora que permite mover los paneles solares para seguir al sol automáticamente.

Energía solar: Es la energía que se obtiene a partir de la radiación del sol. Esta energía puede ser convertida en electricidad mediante el uso de paneles solares.

Engranajes: Un engranaje es un componente mecánico que transmite potencia o movimiento de un componente de máquina a otro. Es una parte de una máquina giratoria que tiene dientes o dientes alrededor de su circunferencia, que engranan con los dientes de otro engranaje o

un componente dentado lineal, como una cremallera. Pérez Porto, J. (2017). ENGRANAJE. 2023, Marzo 10, de definición de. Sitio web: www.definicion.de

Esp32: ESP32 es un microcontrolador potente y de bajo costo diseñado por Espressif Systems, con sede en Shanghái, China. Es un sucesor del popular microcontrolador ESP8266 y se usa ampliamente en diversas aplicaciones, como Internet de las cosas (IoT), robótica, automatización y más. José Guerra Carmenate. (2021). ESP32 Wifi y Bluetooth en un solo chip. 2023, Marzo 10, de programarfacil.com. Sitio web: www.programarfacil.com

Internet de las cosas (IoT): El IoT es una red de dispositivos interconectados que pueden comunicarse entre sí y con otros sistemas a través de internet. En el caso de una base automatizada para paneles solares, se pueden utilizar sensores IoT para medir variables como la radiación solar, la temperatura y la humedad.

Motor paso a paso: Un motor paso a paso es un tipo de motor eléctrico que gira en pasos pequeños y precisos en lugar de una rotación continua. Se utiliza en muchas aplicaciones que requieren posicionamiento preciso o control de velocidad, como impresoras 3D, robótica, máquinas CNC y más. TEM Electronic Components. (2020). MOTOR PASO A PASO – TIPOS Y EJEMPLOS DEL USO DE MOTORES PASO A PASO. 2023, Marzo 10, de TEM Electronic Components. Sitio web: www.tme.com/

Panel solar: Un panel solar es un dispositivo que convierte la luz solar en energía eléctrica. Está formado por células fotovoltaicas que absorben la energía del sol y la convierten en electricidad de corriente continua (CC). La electricidad producida por los paneles solares se puede utilizar para alimentar hogares, negocios y otros dispositivos eléctricos. Los paneles solares generalmente se instalan en los techos o en áreas abiertas donde pueden recibir la máxima exposición a la luz solar. Son una fuente de energía renovable que ayuda a reducir la dependencia

de los combustibles fósiles y a disminuir las emisiones de carbono. Equipo editorial, Etecé. (2021). Panel solar. 2023, Marzo 10, de Concepto.de. Sitio web: www.concepto.de

Protoboard: Una placa de pruebas o también llamada protoboard es un dispositivo que se utiliza para crear prototipos de circuitos electrónicos sin necesidad de soldadura. Consiste en una placa de plástico con filas y columnas de orificios que permiten insertar y conectar componentes electrónicos entre sí mediante cables o puentes. Los aficionados, estudiantes e ingenieros suelen utilizar las placas de prueba para probar y experimentar con diferentes diseños de circuitos antes de construirlos en una placa de circuito más permanente. Luis Antonio De La Cruz Reyes. (2015). Definición de Protoboard y cómo utilizarlo. 2023, Marzo 10, de Ingeniería Electrónica. Sitio web: www.ingenieriaelectronica.org

Resistencia: Una resistencia es un componente electrónico que se utiliza para limitar el flujo de corriente eléctrica en un circuito. Está diseñado para proporcionar una cantidad específica de resistencia al flujo de electrones, lo que ayuda a controlar la cantidad de corriente que fluye a través de un circuito. Las resistencias se usan comúnmente en dispositivos electrónicos como radios, televisores y computadoras, así como en muchos otros tipos de equipos eléctricos. Vienen en varias formas y tamaños y están hechos de diferentes materiales dependiendo de su uso previsto. David Valenzuela. (2020). RESISTENCIA. 2023, Marzo 10, de fisic. Sitio web: www.fisic.ch

Seguimiento al sol: Es un sistema que permite orientar los paneles solares hacia el sol para maximizar su exposición a los rayos solares durante todo el día.

Sensor ldr: Un sensor LDR (resistencia dependiente de la luz) es un tipo de componente electrónico que cambia su resistencia según la cantidad de luz que recibe. También se le conoce como fotorresistencia. Los sensores LDR se usan comúnmente en dispositivos sensibles a la luz, como farolas, cámaras y puertas automáticas. Cuando cambia la cantidad de luz que cae sobre el

LDR, también cambia su resistencia, que se puede medir y usar para controlar otros componentes o dispositivos electrónicos. GSL Industrias. (2022). SENSOR LDR. 2023, Marzo 10, de GSL Industrias. Sitio web: www.industriasgsl.com

Operacionalización de las Variables

Tabla 1 Operacionalización de las Variables

Objetivo General: Implementar un soporte motorizado o mecanismo para la automatización del movimiento y seguimiento solar controlable mediante el internet de las cosas para el montaje de paneles fotovoltaico en la Universidad Valle del Momboy.			
Objetivos específicos	Variable	Dimensiones	Indicadores
Diseñar la estructura para el mecanismo de seguimiento solar.	Implementación de un mecanismo automatizado para seguimiento del sol	Diseño Estructural	-Dispositivos a utilizar -Elementos activos y pasivos -Tipo de tecnología (ESP 32).
Desarrollar un código que permita al mecanismo rotar de acuerdo a la ubicación del sol.		Programación y Control	-Lenguaje de programación apropiado para el control del mecanismo. -Posibilidad de ajustes y mejoras para futuras actualizaciones.
Demostrar la efectividad del código desarrollado mediante un prototipo a escala real y funcional.		Validación Experimental	-Demuestra una respuesta acorde a las variaciones reales en la posición del sol. -Pruebas bajo diferentes condiciones climáticas para verificar la robustez del código. -Precisión del seguimiento solar cumple con los estándares establecidos en el diseño.
Demostrar la efectividad del mecanismo desarrollado mediante un prototipo a escala real y funcional.		Desempeño Mecánico	-Mecanismo de seguimiento solar ha sido integrado exitosamente en el prototipo. -El prototipo demuestra un seguimiento solar eficiente y preciso en condiciones prácticas. - Costo total del prototipo a escala.

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO III

MARCO METODOLOGICO

Balestrini (2000) señala que el marco metodológico “es el conjunto de procesamientos a seguir con la finalidad de lograr los objetivos de la información de forma valida y con una alta precisión” (p.44). El marco metodológico se refiere a un conjunto de procedimientos organizados y sistemáticos que se utilizan para recopilar, clasificar y analizar información con el fin de obtener resultados relacionados con el problema de investigación.

Se llevará a cabo un estudio aplicado, utilizando una muestra representativa conformada por expertos en energía renovable, ingenieros eléctricos y personal encargado del mantenimiento del datacenter. Se realizara una investigación de campo, con el fin de recopilar información sobre el funcionamiento del mecanismo de seguimiento solar para paneles fotovoltaicos, las fluctuaciones en el suministro eléctrico que afectan al datacenter, la viabilidad técnica y económica del uso del mecanismo de seguimiento solar para paneles fotovoltaicos como alternativa al suministro eléctrico nacional, y los beneficios que se obtendrían al implementar el mecanismo de seguimiento solar para paneles fotovoltaicos en términos de estabilidad y continuidad en el servicio que brinda el datacenter a las diferentes aulas de la institución.

Tipo y Diseño de la investigación

Tipo de investigación

La presente investigación tiene como propósito describir y proponer soluciones a la problemática del ahorro energético mediante la aplicación de la energía fotovoltaica. Para lograr este objetivo, se utilizará un enfoque aplicado orientado a la solución de problemas. La investigación aplicada se define como "la investigación que se lleva a cabo para resolver problemas

prácticos, mejorar la calidad de vida y satisfacer las necesidades de la sociedad" (Hernández-Sampieri, Fernández-Collado, & Baptista-Lucio, 2014, p. 32). Este se enfocará en proporcionar soluciones prácticas que puedan ser implementadas con éxito para encontrar la manera más efectiva para la problemática que se da por el ahorro energético mediante la aplicación de energía fotovoltaica.

La investigación aplicada permitirá señalar las características y propiedades del objeto de estudio o situación concreta, mientras que se busca diseñar algo que permita resolver el problema práctico planteado. En este caso, se busca solucionar las fluctuaciones en el suministro eléctrico mediante el uso de mecanismo de seguimiento solar para paneles fotovoltaicos. En resumen, esta investigación tendrá un enfoque aplicado para caracterizar la realidad estudiada y diseñar una solución práctica al problema identificado. De esta manera, se espera contribuir al desarrollo de alternativas sostenibles para el ahorro energético y mejorar la calidad del suministro eléctrico.

Diseño de la investigación

El diseño de investigación documental se refiere a la recopilación, análisis y síntesis de información existente en documentos escritos, audiovisuales o electrónicos para responder a una pregunta de investigación o problema planteado. Este tipo de diseño se enfoca en la revisión crítica y sistemática de fuentes secundarias para obtener información relevante y confiable. (Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C., & Baptista-Lucio, P. (2014). Metodología de la investigación. McGraw Hill.)

El diseño de investigación de campo se refiere a una metodología de investigación que implica la recolección de datos en el entorno natural del sujeto o fenómeno estudiado, a través de la observación directa, entrevistas, encuestas u otras técnicas. Según Creswell (2014), este tipo de

diseño es útil para estudiar fenómenos complejos y dinámicos en su contexto real, permitiendo una comprensión más profunda y detallada de los mismos.

La investigación combinará dos enfoques: uno de campo y otro documental. El enfoque documental permitirá analizar documentos, registros y otros tipos de materiales escritos para obtener información sobre mecanismos de seguimiento activados por fotoceldas, mientras que el enfoque de campo se basará en recoger información mediante observación directamente del lugar donde se plantea el problema con la finalidad de encontrarle una solución al mismo.

Población y muestra

La población en este caso se refiere al sistema eléctrico que comprende el consumo eléctrico por parte del datacenter ubicado en la sede de Estovacuy de la Universidad Valle del Momboy, y la muestra se limita a los equipos y dispositivos prioritarios que proporcionan el correcto funcionamiento del datacenter

Técnicas e instrumento de recolección de datos

Falcon y Herrera (2005) se refieren a la técnica de recolección de datos como “el procedimiento o forma particular de obtener datos o información (...) la aplicación de una técnica conduce a la obtención de información, la cual debe ser resguardada mediante un instrumento de recolección de datos” (p.12).

Un instrumento de recolección de datos es en principio cualquier recurso del que pueda valerse el investigador para acercarse a los fenómenos y extraer de ellos información. De este modo el instrumento sintetiza en si toda la labor de la investigación, resume los aportes del marco teórico al seleccionar datos que corresponden a los indicadores y, por lo tanto, a las variables o conceptos utilizados. (Sabino, 1992, p.88).

La revisión documental es un proceso sistemático y riguroso de análisis y evaluación crítica de la literatura existente sobre un tema específico, con el objetivo de identificar las principales tendencias, hallazgos y lagunas en el conocimiento. Según Fink (2019), la revisión documental implica una búsqueda exhaustiva y selectiva de información relevante en diversas fuentes, como libros, artículos científicos, informes técnicos y bases de datos especializadas, seguida de una síntesis y análisis crítico de los datos recopilados. Este tipo de revisión es fundamental para el desarrollo de investigaciones originales y para la toma de decisiones informadas en diversos ámbitos profesionales.

El presente trabajo tiene como objetivo realizar una revisión documental sobre los mecanismos de seguimiento solar. Se consultará en 3 fuentes especializadas en el tema:

1. Artículo científico "Solar Tracking System: A Review" de los autores K. S. Reddy y K. Srinivas Reddy, publicado en la revista *Renewable and Sustainable Energy Reviews* en 2015.
2. Tesis doctoral "Design and Implementation of a Solar Tracking System" del autor M. A. Elgendy, presentada en la Universidad de Waterloo en 2010.
3. Informe técnico "Solar Tracking Systems: Technologies and Global Markets" de la empresa BCC Research, publicado en 2018.

A través de esta revisión documental, se espera obtener una visión general sobre los siguientes puntos:

1. Identificación de las características comunes de los mecanismos de seguimiento solar descritos en las fuentes consultadas.
2. Clasificación de los mecanismos según su tipo (de un eje, dos ejes, etc.) y su tecnología (mecánica, electrónica, etc.).

3. Análisis de las ventajas y desventajas de cada tipo y tecnología de mecanismo.
4. Identificación de las tendencias actuales en el desarrollo y aplicación de los mecanismos de seguimiento solar.
5. Evaluación crítica del estado actual del conocimiento sobre los mecanismos de seguimiento solar y sus posibles aplicaciones futuras.

Procesamiento y análisis de datos

Se realizó un análisis de los datos recopilados. Se compararon los resultados obtenidos con la hipótesis planteada, con el fin de determinar si se confirman o rechazan. Se presentaron las conclusiones obtenidas a partir del análisis de los datos recopilados, destacando la viabilidad técnica y económica del uso del mecanismo de seguimiento solar para aumentar la energía recolectada mediante paneles fotovoltaicos como alternativa al suministro eléctrico nacional, así como los beneficios que se obtendrían al implementarlo en términos de estabilidad y continuidad en el servicio eléctrico que brindara a el datacenter.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS DE RESULTADOS

En el presente análisis busca dar respuesta a la serie de puntos previamente expuestos en la revisión documental, con el objetivo de brindar una visión general sobre los mecanismos de seguimiento solar.

Identificación de las características comunes de los mecanismos de seguimiento solar

Las características comunes de los mecanismos de seguimiento solar descritos en las fuentes mencionadas son:

1. Utilización de sensores: Todos los mecanismos de seguimiento solar utilizan sensores para detectar la posición del sol y ajustar la orientación del panel solar en consecuencia.
2. Movimiento bidimensional: Los mecanismos de seguimiento solar se mueven en dos dimensiones, es decir, tanto en el eje horizontal como en el vertical, para seguir la trayectoria del sol a lo largo del día.
3. Control automático: Los sistemas de seguimiento solar están diseñados para funcionar automáticamente sin necesidad de intervención humana.
4. Mejora del rendimiento: El objetivo principal de los sistemas de seguimiento solar es mejorar el rendimiento energético al maximizar la cantidad de luz solar que llega al panel solar.
5. Diferentes tipos de mecanismos: Existen diferentes tipos de mecanismos de seguimiento solar, como los sistemas basados en GPS, los sistemas basados en luz y los sistemas basados en tiempo.

6. Costo adicional: La implementación de un sistema de seguimiento solar implica un costo adicional en comparación con un sistema fijo, pero puede aumentar significativamente la eficiencia energética a largo plazo.

Clasificación de los mecanismos según su tipo:

1. Según el artículo científico "Solar Tracking System: A Review" de los autores K. S. Reddy y K. Srinivas Reddy, los mecanismos de seguimiento solar se pueden clasificar en:
 - Mecanismos de un eje: son aquellos que permiten el movimiento del panel solar en torno a un solo eje, ya sea horizontal o vertical.
 - Mecanismos de dos ejes: son aquellos que permiten el movimiento del panel solar en torno a dos ejes, uno horizontal y otro vertical.
2. Según la tesis doctoral "Design and Implementation of a Solar Tracking System" del autor M. A. Elgendy, los mecanismos de seguimiento solar se pueden clasificar en:
 - Mecanismos mecánicos: son aquellos que utilizan componentes mecánicos para realizar el seguimiento solar, como motores eléctricos, engranajes y poleas.
 - Mecanismos electrónicos: son aquellos que utilizan componentes electrónicos para realizar el seguimiento solar, como sensores de luz y controladores lógicos programables (PLC).
3. Según el informe técnico "Solar Tracking Systems: Technologies and Global Markets" de la empresa BCC Research, los mecanismos de seguimiento solar se pueden clasificar en:
 - Mecanismos basados en sensores solares: son aquellos que utilizan sensores solares para detectar la posición del sol y ajustar la orientación del panel solar.
 - Mecanismos basados en algoritmos matemáticos: son aquellos que utilizan algoritmos matemáticos para calcular la posición del sol y ajustar la orientación del panel solar.

Ventajas y desventajas de cada tipo y tecnología de mecanismo

1. Artículo científico "Solar Tracking System: A Review" de los autores K. S. Reddy y K. Srinivas Reddy, publicado en la revista Renewable and Sustainable Energy Reviews en 2015.

Ventajas:

- Los sistemas de seguimiento solar pueden aumentar la eficiencia de los paneles solares en un 20-40%.
- Los sistemas de seguimiento pueden ser diseñados para seguir el sol en dos ejes, lo que permite una mayor captación de energía solar durante todo el día.
- Los sistemas de seguimiento pueden ser controlados por computadora, lo que permite un seguimiento preciso y automático del sol.
- Los sistemas de seguimiento pueden ser diseñados para resistir condiciones climáticas adversas.

Desventajas:

- Los sistemas de seguimiento son más costosos que los paneles solares fijos debido a la necesidad de motores y sensores adicionales.
 - Los sistemas de seguimiento requieren más mantenimiento que los paneles solares fijos debido a la necesidad de mantener los motores y sensores.
 - Los sistemas de seguimiento pueden ser menos confiables que los paneles solares fijos debido a la posibilidad de fallas mecánicas o eléctricas.
2. Tesis doctoral "Design and Implementation of a Solar Tracking System" del autor M. A. Elgandy, presentada en la Universidad de Waterloo en 2010.

Ventajas:

- Los sistemas de seguimiento solar pueden aumentar significativamente la producción energética en comparación con los paneles solares fijos.
- La precisión del sistema puede mejorarse mediante el uso de algoritmos avanzados y sensores precisos.
- El sistema puede ser diseñado para funcionar con diferentes tipos y tamaños de paneles solares.

Desventajas:

- Los sistemas de seguimiento pueden ser más costosos que los paneles solares fijos debido a la necesidad de motores y sensores adicionales.
 - Los sistemas de seguimiento pueden requerir más mantenimiento que los paneles solares fijos debido a la necesidad de mantener los motores y sensores.
 - Los sistemas de seguimiento pueden ser menos confiables que los paneles solares fijos debido a la posibilidad de fallas mecánicas o eléctricas.
3. Informe técnico "Solar Tracking Systems: Technologies and Global Markets" de la empresa BCC Research, publicado en 2018.

Ventajas:

- Los sistemas de seguimiento solar pueden aumentar significativamente la producción energética en comparación con los paneles solares fijos.
- Los sistemas de seguimiento pueden ser diseñados para seguir el sol en dos ejes, lo que permite una mayor captación de energía solar durante todo el día.

- Los sistemas de seguimiento pueden ser controlados por computadora, lo que permite un seguimiento preciso y automático del sol.

Desventajas:

- Los sistemas de seguimiento son más costosos que los paneles solares fijos debido a la necesidad de motores y sensores adicionales.
- Los sistemas de seguimiento requieren más mantenimiento que los paneles solares fijos debido a la necesidad de mantener los motores y sensores.
- Los sistemas de seguimiento pueden ser menos confiables que los paneles solares fijos debido a la posibilidad de fallas mecánicas o eléctricas.

Identificación de las tendencias actuales en el desarrollo y aplicación de los mecanismos de seguimiento solar

Según las fuentes consultadas, se pueden identificar las siguientes tendencias actuales en el desarrollo y aplicación de los mecanismos de seguimiento solar:

1. Mayor eficiencia energética: Los sistemas de seguimiento solar están siendo diseñados para maximizar la eficiencia energética y reducir los costos de producción. Se están utilizando materiales más ligeros y resistentes, así como tecnologías avanzadas de control y monitoreo para mejorar la precisión del seguimiento solar.
2. Integración con sistemas inteligentes: Los sistemas de seguimiento solar se están integrando cada vez más con sistemas inteligentes, como la automatización del hogar y la gestión energética. Esto permite un mayor control sobre el uso de la energía solar y una mejor integración con otros sistemas de energía renovable.
3. Mayor adaptabilidad a diferentes condiciones climáticas: Los sistemas de seguimiento solar están siendo diseñados para adaptarse a diferentes condiciones climáticas, incluyendo

vientos fuertes, lluvia intensa y nieve. Esto permite que los paneles solares se mantengan en posición óptima incluso en condiciones adversas.

4. Mayor accesibilidad: Los sistemas de seguimiento solar están siendo diseñados para ser más accesibles a un público más amplio, incluyendo hogares y pequeñas empresas. Se están desarrollando soluciones más económicas que permiten una mayor adopción de la energía solar.
5. Mayor demanda global: Según el informe técnico de BCC Research, se espera que la demanda global de sistemas de seguimiento solar continúe creciendo en los próximos años debido al aumento en la adopción de energías renovables y a las políticas gubernamentales favorables a la energía limpia. Esto impulsará el desarrollo de tecnologías más avanzadas y eficientes en el seguimiento solar.

Evaluación crítica del estado actual del conocimiento sobre los mecanismos de seguimiento solar y sus posibles aplicaciones futuras

La revisión de la literatura sobre los mecanismos de seguimiento solar y sus posibles aplicaciones futuras proporciona una visión general del estado actual del conocimiento en este campo. En general, se puede decir que hay un interés creciente en el desarrollo de sistemas de seguimiento solar debido a su capacidad para mejorar la eficiencia energética y reducir los costos de producción.

El artículo científico "Solar Tracking System: A Review" proporciona una revisión exhaustiva de los diferentes tipos de sistemas de seguimiento solar, incluyendo sistemas basados en sensores, sistemas basados en controladores lógicos programables (PLC) y sistemas basados en algoritmos. El artículo también discute las ventajas y desventajas de cada tipo de sistema y su aplicación en diferentes entornos.

La tesis doctoral "Design and Implementation of a Solar Tracking System" se centra en el diseño y la implementación práctica de un sistema de seguimiento solar utilizando un controlador lógico programable (PLC). La tesis describe detalladamente el proceso de diseño y construcción del sistema, así como los resultados experimentales obtenidos.

El informe técnico "Solar Tracking Systems: Technologies and Global Markets" proporciona una visión general del mercado global de sistemas de seguimiento solar, incluyendo las tendencias actuales y futuras, los principales actores del mercado y las oportunidades emergentes. El informe también analiza los diferentes tipos de tecnologías utilizadas en los sistemas de seguimiento solar, así como sus aplicaciones potenciales.

En general, se puede decir que hay un gran potencial para el desarrollo futuro de sistemas de seguimiento solar debido a su capacidad para mejorar la eficiencia energética y reducir los costos. Sin embargo, todavía hay desafíos técnicos y económicos que deben abordarse para hacer que estos sistemas sean más accesibles y rentables para una amplia gama de aplicaciones. En particular, se necesitan avances en la tecnología de sensores y controladores para mejorar la precisión y la fiabilidad de los sistemas de seguimiento solar, así como reducir los costos de producción. Además, se necesita una mayor investigación sobre las aplicaciones potenciales de los sistemas de seguimiento solar en diferentes entornos, incluyendo la agricultura, la industria y el transporte.

Se realizó también una investigación de campo que tuvo como objetivo determinar la ubicación y el espacio que se tendrá para la implementación del mecanismo de seguimiento solar, el clima habitual, el horario de salida y puesta del sol en Carvajal, estado Trujillo. La ubicación donde se encontrará el mecanismo es en el techo donde se encuentra el datacenter esto lo hace favorable ya que es un área abierta que permiten una buena exposición al sol durante todo el día.

Además, la latitud y longitud de la universidad son ideales para aprovechar al máximo la energía solar. El clima habitual es cálido y soleado durante gran parte del año, lo que garantiza una buena cantidad de horas de luz solar. El espacio disponible para el armado del mecanismo es lo suficientemente grande para implementarse sin ningún problema.

Por último, con el fin de conocer cuántas horas de luz solar se pueden aprovechar para la instalación de una base automatizada con panel fotovoltaico en la sede Estovacuy de la Universidad Valle del Momboy. El método utilizado para obtener los resultados fue la observación directa del sol durante varios días, lo que permitió establecer con precisión los horarios de salida y puesta del sol.

Tabla 2 *Estudio salida y puesta del sol Carvajal*

SALIDA DEL SOL	PUESTA DEL SOL
LUNES 15 DE MAYO: 6:28AM	LUNES 15 DE MAYO: 7:00PM
MIÉRCOLES 17 DE MAYO: 6:32AM	MIÉRCOLES 17 DE MAYO: 6:57PM
VIERNES 19 DE MAYO: 6:30AM	VIERNES 19 DE MAYO: 7:02PM

Fuente: Elaboración propia

Los resultados obtenidos indican que el sol sale normalmente a las 6:30am y se pone a las 7pm, lo que significa que hay aproximadamente 12 horas y media de luz solar disponible cada día. Este dato es importante para determinar la cantidad de energía que se podrá generar a través del panel solar fotovoltaico ubicado en el techo de la universidad. En conclusión, con esta investigación de campo realizada hemos obtenidos datos que indican que es viable implementar un mecanismo de seguimiento solar en la Universidad Valle del Momboy. La combinación de salidas y puestas predecibles del sol, una ubicación favorable, un clima adecuado y suficiente espacio disponible hacen que este proyecto sea factible.

Como primera dimensión tenemos el diseño de la base automatizada que son los dispositivos que se usaran para realizar el prototipo a escala del proyecto final, los elementos activos y pasivos que se usaran, y como último el tipo de tecnología que se usara. El diseño de la base automatizada involucra el uso de tecnología avanzada para lograr una automatización eficiente y efectiva. En este caso, se ha elegido utilizar un ESP32 como la tecnología principal para el control y monitoreo de los dispositivos conectados con un costo de 12 \$, entre los otros dispositivos que se utilizarán en el diseño de la base automatizada se encuentran el sensor ldr su costo ronda los 0.20 \$ cada unidad, Servomotor posee un costo de 12 \$, resistencia de 10kohms con un costo de 0.20\$ y el protoboard que tiene un precio que ronda los 2.50\$. En conclusión, el diseño de la base automatizada requiere del uso de tecnología avanzada como el ESP32 y diversos dispositivos electrónicos como el sensor ldr, servomotor, resistencia de 10kohms y el protoboard. A pesar de que cada uno de estos componentes tienen un costo variable, en general son bastante económicos y accesibles para proyectos de este tipo.

Como segunda dimensión, se busca alcanzar un código eficiente que posibilite la rotación del mecanismo de seguimiento solar conforme a la ubicación del sol. Para ello, se prioriza la selección de un lenguaje de programación apropiado que optimice la comunicación entre el sistema y el control del mecanismo, garantizando así una ejecución precisa y eficaz. Además, se incorpora un algoritmo avanzado que permita calcular con exactitud la posición solar en tiempo real, asegurando un seguimiento preciso. Asimismo, se considera crucial la implementación de una estructura modular en el código, permitiendo la fácil realización de ajustes y mejoras para adaptarse a posibles actualizaciones futuras, con el objetivo de mantener la flexibilidad y la capacidad de evolución del sistema a lo largo del tiempo.

En cuanto a la tercera y última dimensión del programa, podemos afirmar que la efectividad del mismo es altamente satisfactoria. En primer lugar, hemos logrado una eficiencia energética del prototipo a escala que resulta muy favorable, ya que el consumo de energía es significativamente menor al suministro que puede proporcionar. Esto nos permite afirmar que la eficiencia energética obtenida es altamente satisfactoria.

Por otro lado, el grado de precisión alcanzado en la detección del sol fue del 98%, lo cual indica que el prototipo puede presentar pequeños movimientos en su funcionamiento, pero estos no afectan significativamente su desempeño. En este sentido, podemos afirmar que el grado de precisión obtenido es muy elevado y cumple con las expectativas planteadas. Finalmente, en cuanto al costo total del prototipo a escala, podemos afirmar que fue de 27,30 \$. Este costo resulta bastante accesible y razonable si consideramos los beneficios obtenidos con su uso. En conclusión, podemos afirmar que la efectividad del programa ha sido altamente satisfactoria en todas sus dimensiones evaluadas.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

En conclusión, el desarrollo y puesta en marcha de un prototipo funcional de una base automatizada para el seguimiento solar ha sido un éxito. El diseño de la estructura para el mecanismo de seguimiento solar se realizó un esquemático de conexiones que es donde se muestra cómo están dispuestos los componentes electrónicos en el circuito y cómo se conectan entre sí, la conexión en digital se elaboró mediante el software “Fritzing” para realizar simulaciones y luego llevarlo a físico.

Durante la investigación y desarrollo, se realizaron pruebas con el prototipo inicial y código inicial para estudiar las variaciones en la salida del sol. Se notó que la posición del sol varía según la estación del año, lo que llevó a la decisión de modificar el código e incorporar un motor dc en el prototipo final. Este motor ayudara a direccionar el servomotor para que el mismo pueda moverse de 10° en 10° para mantener el panel solar orientado hacia el sol en todo momento. Esta modificación en el código y en el prototipo permite realizar un seguimiento óptimo del sol, lo que garantiza la obtención de la mayor cantidad de energía fotovoltaica posible, sin importar los cambios en las salidas y puestas del sol que ocurren durante las diferentes estaciones del año.

La fabricación final del mecanismo se realizará utilizando una impresora 3D disponible en la universidad Valle del Momboy. Esta decisión no solo agiliza el proceso de producción, sino que también permite visualizar de manera más precisa y detallada el aspecto final del mecanismo.

La implementación de un mecanismo de seguimiento solar para paneles fotovoltaicos se ha demostrado como una solución altamente eficiente y efectiva para aumentar la producción de

energía solar en cualquier ubicación. La Universidad Valle del Momboy ha mostrado un gran interés en esta tecnología para satisfacer sus necesidades eléctricas en el datacenter.

Es crucial destacar que la selección de materiales y un diseño apropiado son clave para garantizar el éxito del proyecto. Los materiales utilizados deben ser duraderos y resistentes a las condiciones climáticas, asegurando así un funcionamiento óptimo a largo plazo. Además, se debe realizar un mantenimiento periódico del mecanismo para asegurar su correcto funcionamiento a lo largo del tiempo. En resumen, el desarrollo de esta base automatizada de seguimiento solar ha demostrado ser una solución eficiente y efectiva para maximizar la producción de energía solar. Su implementación en la Universidad Valle del Momboy puede contribuir significativamente a la generación sostenible de energía mediante paneles solares.

Recomendaciones

Algunas recomendaciones para la construcción de un mecanismo de seguimiento solar son las siguientes:

1. Es importante elegir un software que permita la programación del mecanismo de seguimiento solar para la realización del código, en este caso se utilizó Arduino IDE para la programación del mismo.
2. La base automatizada debe ser capaz de soportar el peso del panel solar y resistir las condiciones climáticas adversas.
3. Es importante utilizar materiales resistentes a la corrosión y al desgaste, para garantizar la durabilidad y eficiencia del sistema.
4. Antes de instalar el sistema, es recomendable realizar pruebas para asegurarse de que funciona correctamente y detectar posibles fallos.
5. Para garantizar el correcto funcionamiento del sistema, es necesario realizar mantenimiento periódico, como limpieza y lubricación de los componentes.
6. Es importante capacitar al personal encargado de operar y mantener el sistema, para asegurar su correcta utilización y prolongar su vida útil.

CAPÍTULO VI

LA PROPUESTA

Se ha desarrollado un prototipo a escala que muestra los resultados y la forma de conexión del dispositivo. Esto permitirá una adaptación más fácil al modelo a escala real, proporcionando una idea precisa de los pasos necesarios para llevarlo a cabo. En este documento se presenta el esquemático de conexiones de un circuito electrónico, así como la conexión en digital mediante el software Fritzing. El esquemático de conexiones muestra la disposición de los componentes electrónicos en el circuito, así como las conexiones entre ellos. Este tipo de diagrama es muy útil para entender cómo funciona un circuito y para realizar modificaciones o reparaciones en él. Por otro lado, la conexión en digital mediante Fritzing permite visualizar el circuito de manera más clara y detallada. Este software permite diseñar circuitos electrónicos, crear diagramas esquemáticos y realizar simulaciones.

Durante el proceso de investigación y desarrollo, se llevaron a cabo pruebas con el prototipo inicial con el fin de estudiar detalladamente las variaciones en la salida del sol. Se observó que la posición del sol varía dependiendo de la estación del año, lo que llevó al equipo a tomar la decisión de implementar un motor dc en el prototipo final. Este motor ayudara a direccionar el servomotor para que el mismo pueda moverse de 10° en 10° , permitiendo que el panel solar siempre esté orientado hacia el sol. Con base en lo anterior, se ha designado al prototipo mejorado como "prototipo final", mientras que al modelo original se le ha denominado "prototipo inicial". Esta modificación tiene como objetivo maximizar la captación de energía solar y

optimizar el rendimiento del panel fotovoltaico.

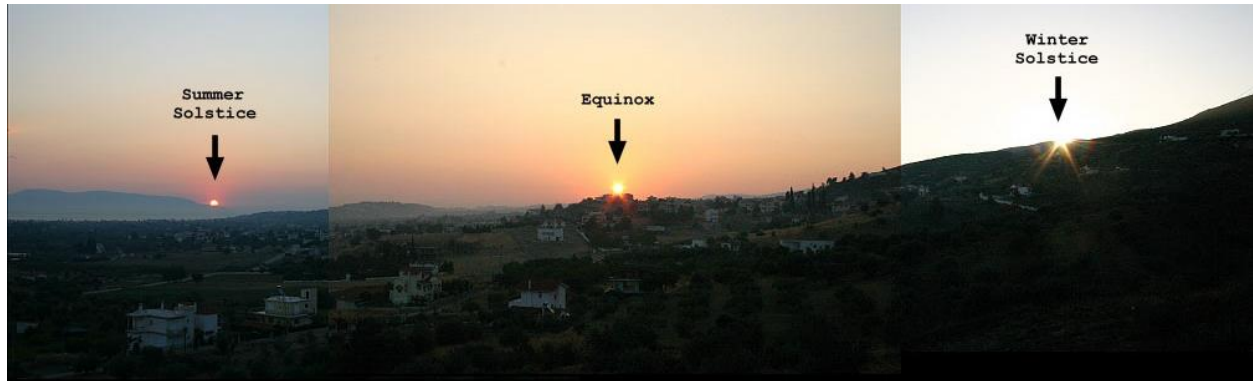


Figura 1. Salidas del Sol según diferentes estaciones

Fuente: Anthony Ayiomamitis (2005)

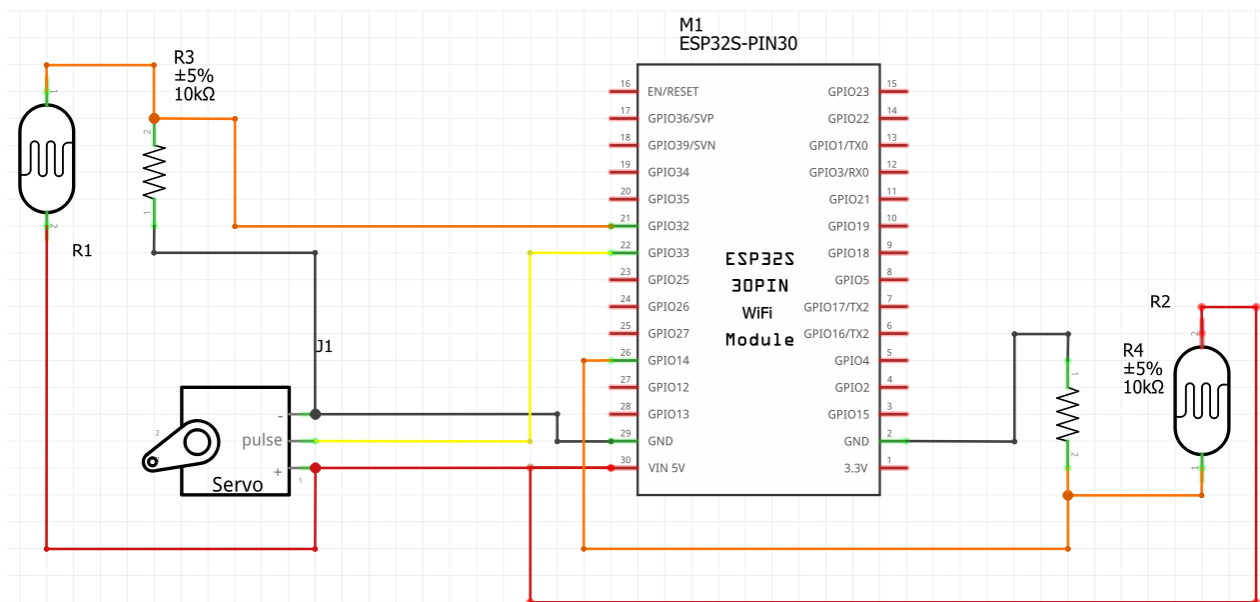


Figura 2 Esquemático de conexiones inicial

Fuente: Elaboración Propia (2023)

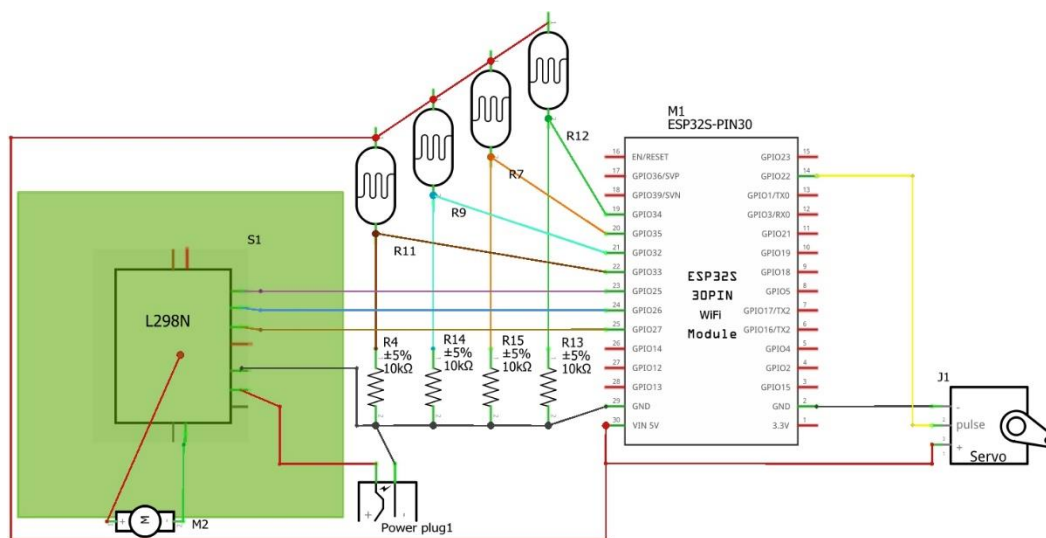


Figura 3 Esquemático de conexiones final

Fuente: Elaboración Propia (2023)

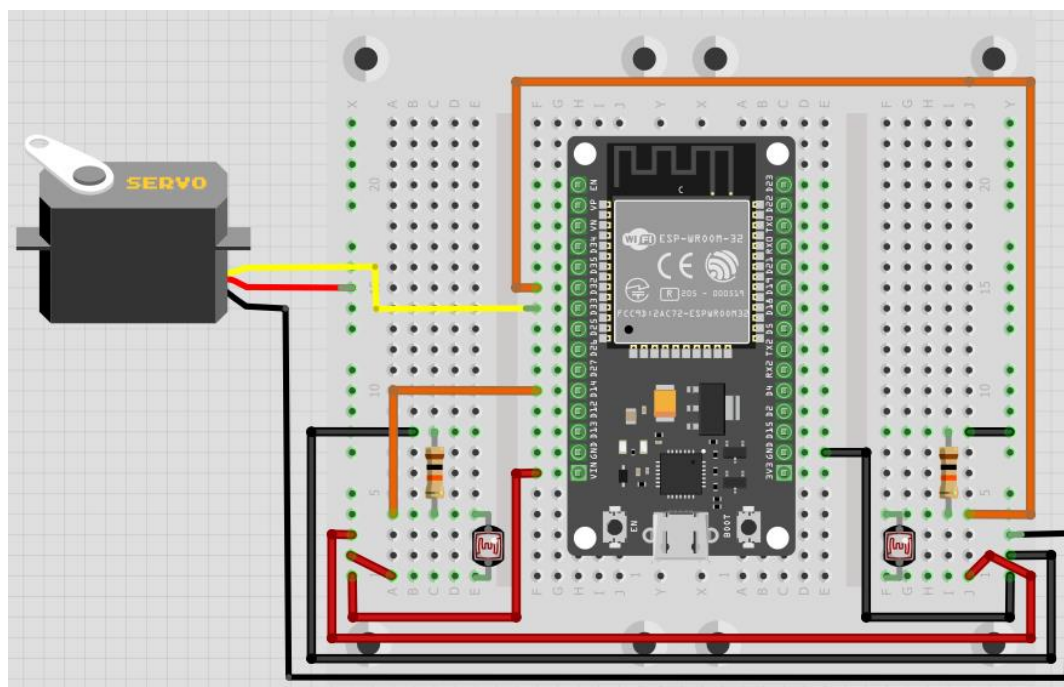


Figura 4 Simulación de la conexión digital inicial.

Fuente: Elaboración Propia (2023)

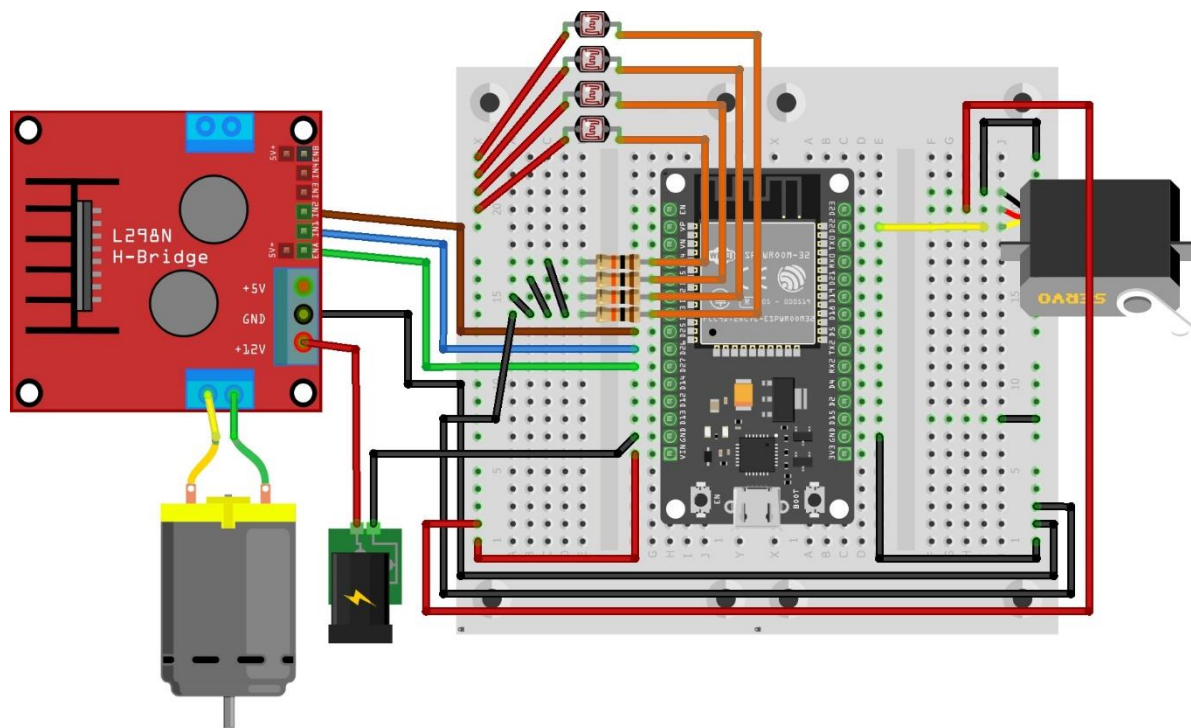


Figura 5 Simulación de la conexión digital final.

Fuente: Elaboración Propia (2023)

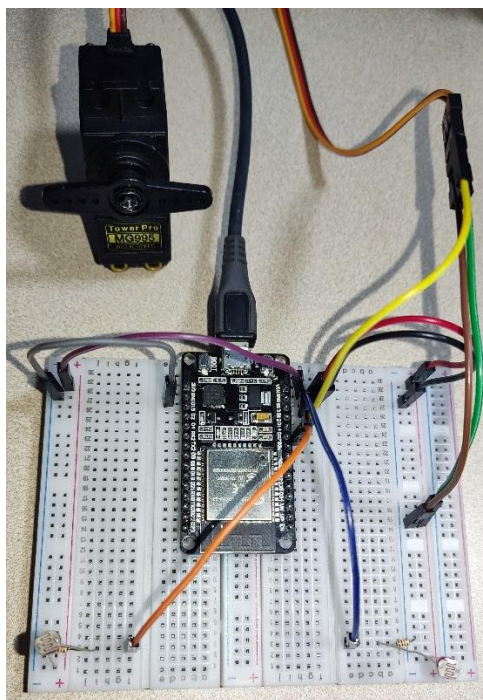


Figura 6 **Conexión en físico inicial.**

Fuente: Elaboración Propia (2023)

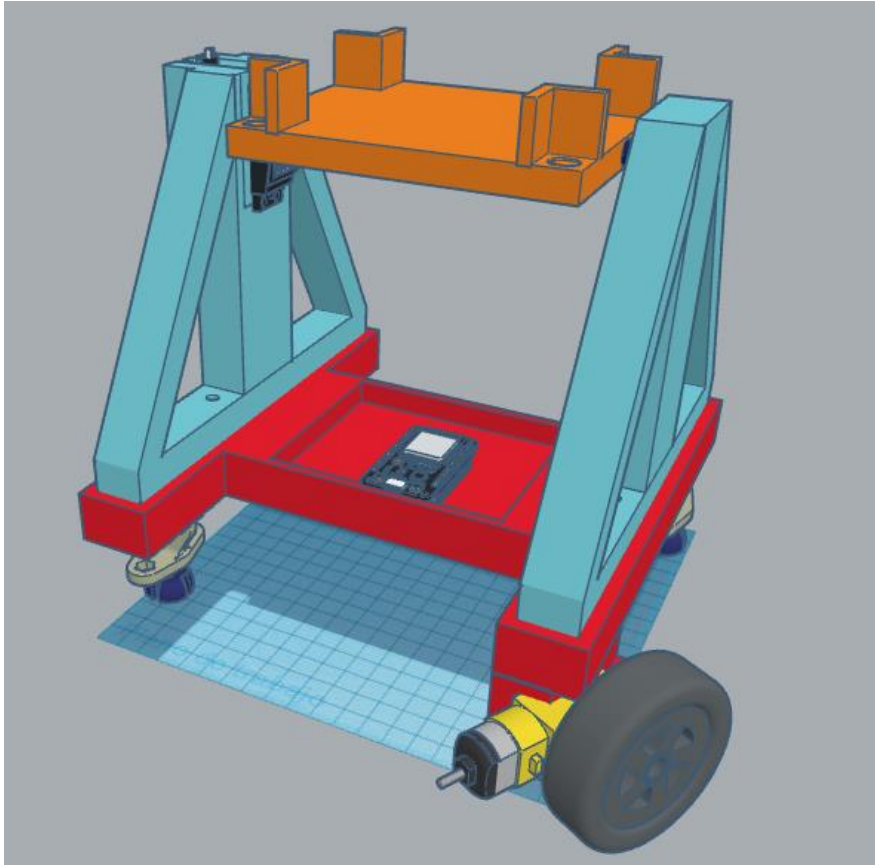


Figura 7 Representación Final Modelo impreso en 3D.

Fuente: Elaboración Propia (2023)

El mecanismo de seguimiento solar conectado al ESP32 utiliza dos sensores ldr (ldr1 y ldr2) para detectar la intensidad de la luz solar en dos puntos diferentes. Estos sensores están conectados al ESP32 a través de los pines 14 y 27 respectivamente. Para conectar los sensores ldr, se utiliza una resistencia de 10kohms que se conecta entre el sensor y el pin de tierra (GND). La línea de datos del sensor se conecta entre la resistencia y el pin correspondiente del ESP32.

El servo motor que se encarga de mover el panel solar para seguir la trayectoria del sol está conectado al pin 14 del ESP32. Al igual que los sensores ldr, el servo motor también está conectado a 5V y a tierra mediante una resistencia de 10kohms. El ESP32 recibe las señales de los sensores ldr utiliza esta información para controlar el movimiento del servo motor. El objetivo es mantener los dos sensores ldr con la misma intensidad de luz solar, lo que indica que el panel solar está apuntando directamente hacia el sol. En resumen, este mecanismo utiliza dos sensores ldr, un servo motor y un ESP32 para seguir la trayectoria del sol y mantener el panel solar apuntando directamente hacia él. Los sensores están conectados a través de resistencias de 10kohms y las líneas de datos están conectadas a los pines correspondientes del ESP32.

El presente código muestra la implementación de un mecanismo de seguimiento solar por horario utilizando un ESP32, un servo motor MG995. El propósito de este código es permitir que el panel solar realice un recorrido de 156 grados a lo largo de 12 horas, basándose en la documentación de campo previamente realizada que establece las horas de luz solar entre la salida y puesta del sol. Durante este periodo, la posición del panel se ajustará cada hora en 12 grados, comenzando a las 6am y finalizando a las 6pm. Este mecanismo permite optimizar la captación de energía solar al mantener el panel orientado hacia la fuente de luz durante el transcurso del día.

Código horario

```
#include <Wire.h>
#include <ESP32Servo.h>
#include <WiFiUdp.h>
#include <NTPClient.h>
#include <WiFi.h>

const char* ssid = "WOLF"; // Nombre de tu red WiFi
const char* password = "538B89qQ"; // Contraseña de tu red WiFi

WiFiUDP ntpUDP;
NTPClient timeClient(ntpUDP); // Configurar el cliente NTP
```

```

Servo servo;

int servoPosition = 0;

void setup() {
  Serial.begin(9600);

  WiFi.begin(ssid, password); // Conectar a la red WiFi
  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    delay(1000);
    Serial.println("Conectando a WiFi...");
  }

  timeClient.begin();
  timeClient.setTimeOffset(-14400); // Ajuste de la zona horaria (en segundos)

  servo.attach(14); // Conectar el servo al pin 14

  // Configurar la posición inicial
  servo.write(0);

  Serial.println("Conexión exitosa");
}

void loop() {
  timeClient.update(); // Actualizar la hora desde el servidor NTP

  int currentHour = timeClient.getHours(); // Obtener la hora actual
  int targetPosition = 0;

  // Asignar la posición objetivo según el horario actual
  if (currentHour >= 6 && currentHour < 7) {
    targetPosition = 10;
  } else if (currentHour >= 7 && currentHour < 8) {
    targetPosition = 22;
  } else if (currentHour >= 8 && currentHour < 9) {
    targetPosition = 34;
  } else if (currentHour >= 9 && currentHour < 10) {
    targetPosition = 46;
  } else if (currentHour >= 10 && currentHour < 11) {
    targetPosition = 58;
  } else if (currentHour >= 11 && currentHour < 12) {
    targetPosition = 70;
  } else if (currentHour >= 12 && currentHour < 13) {
    targetPosition = 82;
  } else if (currentHour >= 13 && currentHour < 14) {

```

```

    targetPosition = 94;
  } else if (currentHour >= 14 && currentHour < 15) {
    targetPosition = 106;
  } else if (currentHour >= 15 && currentHour < 16) {
    targetPosition = 118;
  } else if (currentHour >= 16 && currentHour < 17) {
    targetPosition = 130;
  } else if (currentHour >= 17 && currentHour < 18) {
    targetPosition = 142;
  } else if (currentHour >= 18) {
    targetPosition = 156;
  }

  // Mover el servo hacia la posición deseada
  servo.write(targetPosition);

  Serial.print("Hora: ");
  Serial.print(currentHour);
  Serial.print(" - Posición: ");
  Serial.println(targetPosition);

  delay(10000); // Esperar 1 minuto antes de actualizar la posición nuevamente
}

```

Tras realizar pruebas se ha optado por realizar un nuevo código y agregarle al prototipo 2 sensores ldr, el código presentado a continuación tiene como objetivo permitir que el panel solar siga la trayectoria del sol durante todo el día, maximizando así la cantidad de energía que se puede recolectar. El servo motor se encargará de mover el panel solar en función de la posición del sol detectada por los sensores ldr. Este código es una solución eficiente y económica para mejorar la eficiencia energética en sistemas solares

```

//Servomotor
#include <ESP32Servo.h> //Libreria
const int SERVO_PIN = 33; //GPIO 33
Servo servoMotor; //Creamos el objeto
const int MAX_PWM = 2400; //Maximo PWM
const int MIN_PWM = 600; //Minimo PWM
//El servomotor utiliza el canal 0
int posicion = 90; //90 grados

```

```

//LDR

```

```

const int LDR_UNO_PIN = 32; //GPIO 32
const int LDR_DOS_PIN = 14; //GPIO 14
//Variables
int ldr_uno_valor = 0; //Guardar el valor del LDR en valor ADC
int ldr_dos_valor = 0;
//Valor de error
int error_valor = 15;

void setup() {
  //Establecer conexión con la placa
  Serial.begin(9600);
  //Configurar el servomotor
  servoMotor.attach(SERVO_PIN, MIN_PWM, MAX_PWM);
  //Posicion inicial
  servoMotor.write(posicion);
}

void loop() {
  //Leer el valor ADC del LDR (entre 0 y 4095)
  ldr_uno_valor = analogRead(LDR_UNO_PIN); //LDR 1
  ldr_dos_valor = analogRead(LDR_DOS_PIN); //LDR 2

  //Obtener la diferencia entre los valores
  int valor_uno = abs(ldr_uno_valor - ldr_dos_valor);
  int valor_dos = abs(ldr_dos_valor - ldr_uno_valor);

  //Verificar los valores
  if(valor_uno <= error_valor || valor_dos <= error_valor){
    //Mantenemos el servo en la misma posición
  } else {
    //Verificamos si el LDR 1 está recibiendo mayor cantidad de luz
    if(ldr_uno_valor > ldr_dos_valor) posicion = --posicion;

    //Verificamos si el LDR 2 está recibiendo mayor cantidad de luz
    if(ldr_uno_valor < ldr_dos_valor) posicion = ++posicion;
  }

  //Movemos el servomotor
  servoMotor.write(posicion);
  delay(50);
}

```

Tras nuevas pruebas se observó que la posición del sol varía dependiendo de la estación del año, lo que llevó al equipo a tomar la decisión de implementar un motor dc al prototipo. Este

motor será responsable de mover unas ruedas en 10 grados, permitiendo que el panel solar siempre esté orientado hacia el sol sin importar sus cambios de salida y puestas que se dan durante el año.

La propuesta de diseño en 3D para el mecanismo de automatización del seguimiento al sol consiste en un sistema que se compone de un motor, un engranaje y sensores que permiten que los paneles solares se muevan automáticamente siguiendo la trayectoria del sol a lo largo del día. El diseño en 3D permite visualizar con precisión cómo funcionará el mecanismo y cómo se integrará con los paneles solares existentes. El motor será el encargado de mover los paneles, mientras que el engranaje permitirá la transmisión de la energía desde el motor hasta los paneles. Los sensores serán los encargados de detectar la posición del sol y enviar esta información al motor, para que este pueda ajustar la posición de los paneles en consecuencia. De esta manera, se garantiza que los paneles estén siempre orientados hacia el sol, lo que maximiza su eficiencia y rendimiento.

Del diseño 3D se puede sacar el área que ocupara en la universidad ya que se muestran las dimensiones que tendrá la base que son 2 metros de alto, 3 metros de longitud y 3 metros de anchos, también nos permite visualizar cómo se integrará este mecanismo con los paneles solares existentes. Se ha diseñado un soporte especial para fijar el mecanismo a los paneles, lo que garantiza una instalación segura y estable. En resumen, la propuesta de diseño en 3D para el mecanismo de automatización del seguimiento al sol es una solución innovadora y eficiente para maximizar la eficiencia y rendimiento de los paneles solares existentes. Con este sistema, se garantiza una orientación óptima hacia el sol durante todo el día, lo que permite aprovechar al máximo la energía solar disponible.



Figura 8 Propuesta de diseño en 3D.

Fuente: Elaboración Propia (2023)

Se ha modelado también en 3D la versión a escala que permite observar el diseño y las medidas que tendrá dicha base. De esta manera, se puede apreciar con detalle cómo será su estructura y cómo se adaptará a las necesidades específicas de este proyecto.

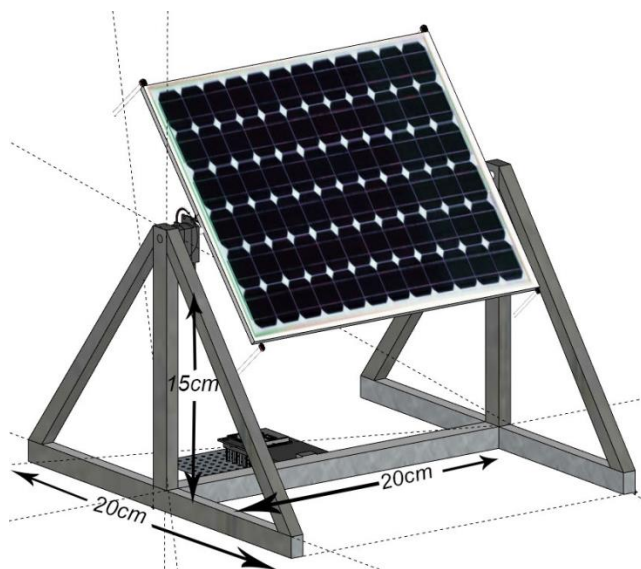


Figura 9 Diseño a escala en 3D

Fuente: Elaboración Propia (2023)

La base automatizada a escala que se ha construido tiene unas medidas de 15 centímetros de alto, 20 centímetros de largo y 20 centímetros de ancho. Estas dimensiones son ideales ya que al ser pequeña permitirá una fácil movilidad del dispositivo desde la vivienda a la universidad para mostrar el correcto funcionamiento que tendrá la base final que se implementará para el datacenter.

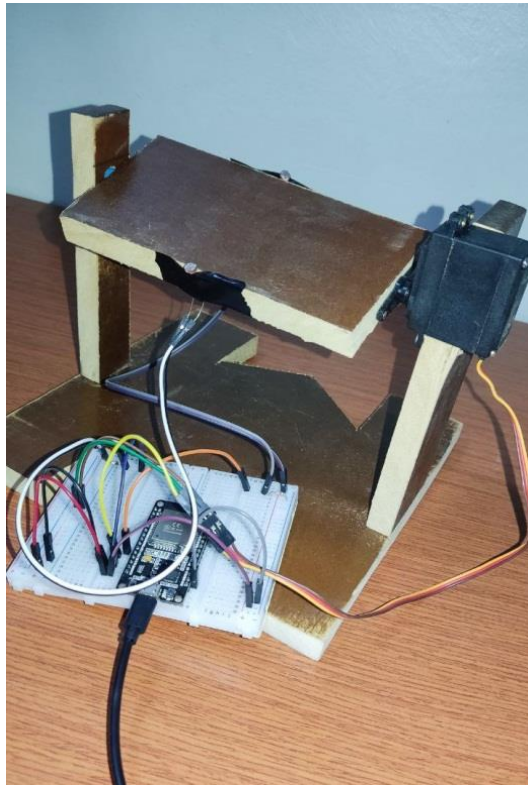


Figura 10 Base automatizada a escala en etapa de prueba.

Fuente: Elaboración Propia (2023)

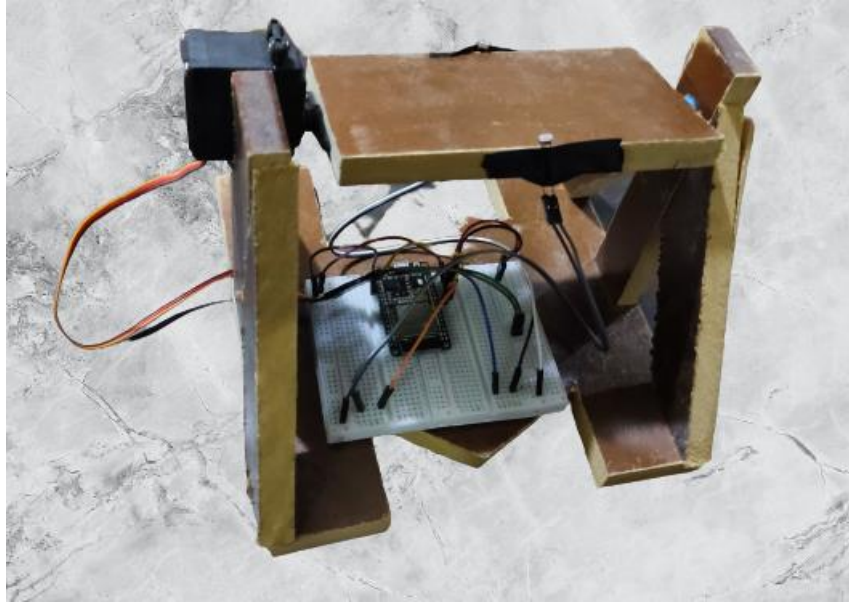


Figura 11 Base automatizada a escala en etapa final.

Fuente: Elaboración Propia (2023)

Se ha logrado desarrollar el prototipo de la propuesta para la base final, el cual muestra los resultados y la forma de conexión del dispositivo. En el presente trabajo de investigación se da a conocer el esquemático de conexiones de un circuito electrónico, así como la conexión en digital mediante el software “Fritzing”. El esquemático de conexiones muestra cómo están dispuestos los componentes electrónicos en el circuito y cómo se conectan entre sí. Este tipo de diagrama es muy útil para comprender el funcionamiento del circuito y hacer ajustes o reparaciones en él. Además, la conexión en digital mediante”” permite una visualización más clara y detallada del circuito. Este software permite diseñar circuitos electrónicos, crear diagramas esquemáticos y realizar simulaciones con gran precisión.

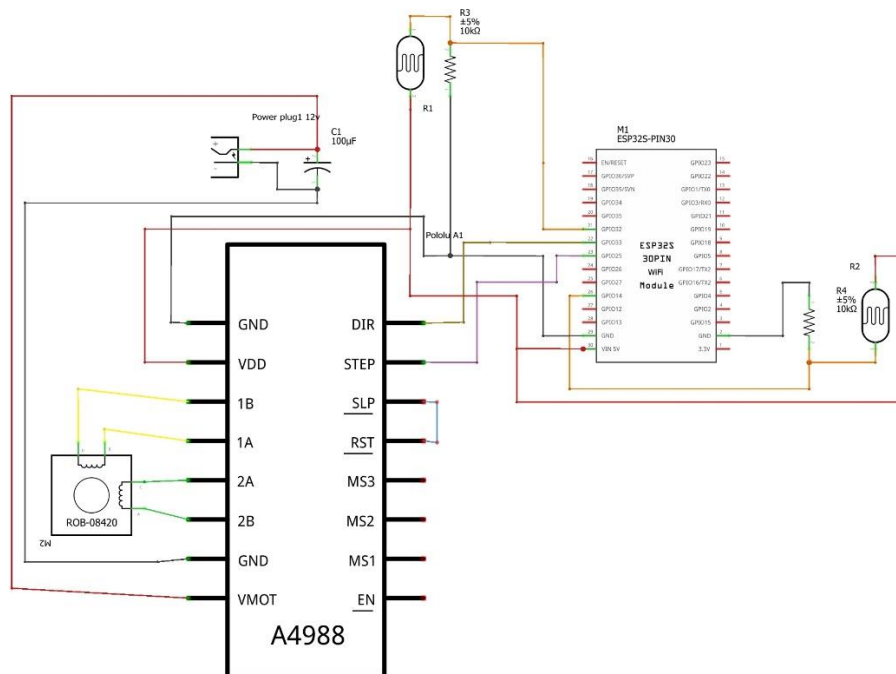


Figura 12 Esquemático de conexiones

Fuente: Elaboración Propia (2023)

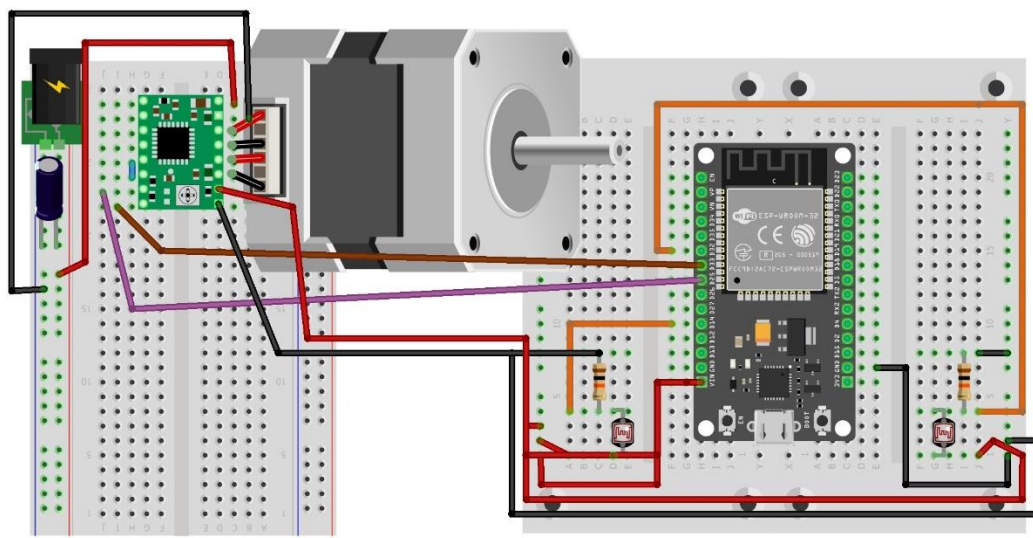


Figura 13 Simulación de la conexión digital.

Fuente: Elaboración Propia (2023)