

# INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO SUDAMERICANO



INSTITUTO TECNOLÓGICO  
**SUDAMERICANO**  
*Hacemos gente de talento!*



**ELECTRÓNICA**  
TECNOLOGÍA SUPERIOR

## TECNOLOGÍA SUPERIOR EN ELECTRÓNICA

### TEMA

“IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO DIDÁCTICO  
BASADO EN PANELES SOLARES EN EL PERIODO  
ABRIL-SEPTIEMBRE 2022”

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

### AUTOR:

Diego Daniel Paredes Quevedo

### DIRECTOR:

Ing. César Cristian Carrión Aguirre

Loja, 02 de noviembre de 2022

**Certificación del director del Proyecto de Investigación de Fin de Carrera****Ingeniero**

César Cristian Carrión Aguirre.

**DIRECTOR DE INVESTIGACIÓN****CERTIFICA:**

Que ha supervisado el presente proyecto de investigación titulado “IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO DIDÁCTICO BASADO EN PANELES SOLARES EN EL PERIODO ABRIL-SEPTIEMBRE 2022” el mismo que cumple con lo establecido por el Instituto Superior Tecnológico Sudamericano; por consiguiente, autorizo su presentación ante el tribunal respectivo.

Loja, 02 de noviembre de 2022

.....

**Firma**

**Ing. César Cristian Carrión Aguirre**

**CI:1104079494**

**Autoría**

Yo DIEGO DANIEL PAREDES QUEVEDO con C.I. N° 1104693294 declaro ser el autor del presente trabajo de tesis titulado **IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO DIDÁCTICO BASADO EN PANELES SOLARES EN EL PERIODO ABRIL-SEPTIEMBRE 2022**, es original e inédito, dejando establecido que aquellos aportes intelectuales de otros autores se han referenciado debidamente en el proyecto de investigación.

Loja, 02 de noviembre de 2022

.....

**Firma**

**Diego Daniel Paredes Quevedo**

**C.I. 1104693294**

## **Dedicatoria**

Primeramente, quiero dedicar este proyecto a Dios, sin su bendición y misericordia infinita no hubiese sido posible lograr los retos que una carrera profesional significan.

En segundo lugar, quiero dedicar el presente proyecto de investigación a mi familia, con su apoyo incondicional me permitieron demostrar que con disciplina, trabajo y esfuerzo se puede lograr cumplir las metas planteadas, mi formación profesional es el reflejo de todo el amor y cariño que mi familia me ha brindado.

**Diego Daniel Paredes Quevedo**

## **Agradecimiento**

Primeramente, quiero agradecer al Instituto Superior Tecnológico Sudamericano por los conocimientos impartidos, las habilidades que su plantel administrativo y docentes me han permitido crecer no solo en el ámbito académico, sino también psicosocial para contribuir a la sociedad con soluciones a los problemas diarios.

En segundo lugar, quiero dar las gracias al Ingeniero César Cristian Carrión Aguirre director de este proyecto por su paciencia, tiempo y esfuerzo, sus conocimientos y voluntad para enseñar afianzaron lo estudiado.

**Diego Daniel Paredes Quevedo**

## Acta de cesión de derechos

### ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN DE FIN DE CARRERA

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

**PRIMERA.** – El Ingeniero César Cristian Carrión Aguirre, por sus propios derechos, en calidad de director del proyecto de investigación de fin de carrera; y el señor Diego Daniel Paredes Quevedo; mayor de edad, por sus propios derechos en calidad de autor del proyecto de investigación de fin de carrera; emiten la presente acta de cesión de derechos.

**SEGUNDA.** - Declaratoria de autoría y política institucional.

**UNO.** – Diego Daniel Paredes Quevedo, realizó la Investigación titulada **“IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO DIDÁCTICO BASADO EN PANELES SOLARES EN EL PERIODO ABRIL-SEPTIEMBRE 2022”** para optar por el título de Tecnólogo en Electrónica, en el Instituto Superior Tecnológico Sudamericano de Loja, bajo la dirección del Ingeniero César Cristian Carrión Aguirre.

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

**TERCERA.** - Los comparecientes Ing. César Cristian Carrión Aguirre, en calidad de director del proyecto de investigación de fin de carrera y Diego Daniel Paredes Quevedo como autor, por medio del presente instrumento, tienen a bien ceder en forma gratuita sus derechos en proyecto de investigación de fin de carrera titulada **“IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO DIDÁCTICO BASADO EN PANELES SOLARES EN EL PERIODO ABRIL-SEPTIEMBRE 2022”** a favor del Instituto Superior Tecnológico Sudamericano de Loja; y, conceden autorización para que el Instituto pueda utilizar esta investigación en su beneficio y/o de la comunidad, sin reserva alguna.

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

Para constancia suscriben la presente cesión de derechos, en la ciudad de Loja, en el mes de abril del año 2022.

F. \_\_\_\_\_

Ing. César Cristian Carrión Aguirre

C.I. 1104079494

F. \_\_\_\_\_

Diego Daniel Paredes Quevedo

C.I. 1104693294



### **Declaración juramentada**

Loja, 02 de noviembre de 2022

**Nombres:** Diego Daniel

**Apellidos:** Paredes Quevedo

**Cédula de Identidad:** 1104693294

**Carrera:** Electrónica

**Semestre de ejecución del proceso de titulación:** abril 2022- septiembre 2022

**Tema de proyecto de investigación de fin de carrera con fines de titulación:**

“IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO DIDÁCTICO BASADO EN PANELES SOLARES EN EL PERIODO ABRIL-SEPTIEMBRE 2022”

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

Declaro bajo juramento que:

1. Soy autor del trabajo intelectual y de investigación del proyecto de fin de carrera.
2. El trabajo de investigación de fin de carrera no ha sido plagiado ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
3. El trabajo de investigación de fin de carrera presentado no atenta contra derechos de terceros.
4. El trabajo de investigación de fin de carrera no ha sido publicado ni presentado anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
5. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados. Las imágenes, tablas, gráficas, fotografías y demás son de mi autoría; y en el caso contrario aparecen con las correspondientes citas o fuentes.

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

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

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

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

Firma .....

Diego Daniel Paredes Quevedo

Nro. Cédula 1104693294

## 1. Índice de Contenidos

Certificación del director del Proyecto de Investigación de Fin de Carrera .....	II
Autoría.....	III
Dedicatoria .....	IV
Agradecimiento .....	V
Acta de sesión de derechos .....	VI
Declaración juramentada.....	VIII
1. Índice de Contenidos .....	10
2. Resumen.....	16
3. Abstract.....	17
4. Problema .....	18
5. Tema .....	20
6. Justificación .....	21
7. Objetivos.....	23
7.1 Objetivo general .....	23
7.2    Objetivos Específicos .....	23
8. Marco Teórico.....	24
8.1 Marco Institucional.....	24
8.1.1 Reseña histórica .....	24
8.1.2 Misión, visión y valores.....	26
8.1.3 Referentes académicos.....	27
8.1.4 Políticas institucionales.....	27
8.1.5    Objetivos institucionales.....	28
8.1.6 Estructura del modelo educativo y pedagógico del instituto tecnológico superior sudamericano .....	29
8.1.7    Plan estratégico de desarrollo .....	29

8.2 Marco Conceptual .....	31
8.2.1 Recurso Solar en la Naturaleza.....	31
8.2.2 Trayectoria Paneles Solares .....	31
8.2.3 Métodos de Análisis de la Posición Solar.....	31
8.2.4 Características Climatológicas de la Ciudad de Loja .....	32
8.2.5 Energía Fotovoltaica .....	32
8.2.6 Partes de la Producción de la Energía Fotovoltaica.....	32
8.2.7 Módulos Fotovoltaicos .....	33
8.2.8 Almacenamiento de la energía.....	34
8.2.9 Selección de Baterías .....	34
8.2.10 Vida Útil de las Baterías Solares .....	35
8.2.11 Reguladores de Carga .....	35
8.2.12 Sección de Cables .....	35
8.2.13 Instrumentos de medida para la energía solar.....	36
8.2.14 Multímetro .....	36
8.2.15 Piranómetro.....	36
8.2.16 Seguidores Solares .....	37
8.2.17 Funcionamiento y Control de Seguidores Solares .....	38
8.2.18 Clasificación de los Seguidores Solares .....	38
9. Diseño Metodológico.....	40
9.1 Método hermenéutico .....	40
9.2 Método fenomenológico.....	40
9.3 Método práctico proyectual.....	40
10. Propuesta de Acción.....	42
10.1 Hardware .....	42
10.1.1 Panel Solar 100 Watts .....	42
10.1.2 Arduino uno .....	43

10.1.3 Motor paso a paso .....	44
10.1.4 Controlador de carga solar 30 amperios pwm .....	45
10.1.5 Batería 50Ah/12VDC AGM de Ciclo Profundo SBB .....	46
10.1.6 Cable de extensión para panel solar con conector PV 6/4/2.5mm2, 10/12/14 AWG.....	47
10.1.7 Driver DVR 8825.....	48
10.1.8 Reloj a tiempo real RTC DS3231 .....	49
10.1.9 Sensor Luminosidad GY-30 .....	50
10.1.10 Potenciómetro100 KOHM.....	51
10.2 Software.....	52
10.2.1 Arduino IDE .....	52
10.2.2 TinkerCAD.....	53
10.3 Desarrollo de la propuesta.....	54
10.3.1 Diseño en 3D de la estructura .....	54
10.3.2 Diseño electrónico del proyecto .....	56
10.3.3 Parte estructural fija del proyecto .....	59
10.3.4 Estructura Móvil de paneles Solares.....	60
10.3.5 Prueba de funcionamiento del sistema electrónico.....	62
10.3.6 Resultados obtenidos .....	64
11. Conclusiones .....	66
12. Recomendaciones.....	67
13. Bibliografía .....	68
14. Anexos .....	71
14.1 Certificado de aprobación .....	71
14.2 Autorización para la ejecución .....	72
14.3 Certificado de implementación .....	73
14.4 Presupuesto.....	74

14.5 Cronograma .....	75
14.6 Código Arduino .....	76
14.7 Evidencias Fotográficas.....	78
14.8 Guías didácticas .....	81

## Índice de Figuras

<b>Figura 1</b> Estructura del Modelo Educativo .....	29
<b>Figura 2</b> Partes de un Panel Solar .....	33
<b>Figura 3</b> Piranómetro .....	36
<b>Figura 4</b> Panel solar con estructura de seguidor solar.....	37
<b>Figura 5</b> Paneles solares de 2 ejes.....	39
<b>Figura 6</b> Panel solar RSM110P .....	42
<b>Figura 7</b> Arduino UNO .....	43
<b>Figura 8</b> Motor paso a paso US-17HS4401 .....	44
<b>Figura 9</b> Controlador de Carga Solar .....	45
<b>Figura 10</b> Batería de Ciclo Profundo .....	46
<b>Figura 11</b> Cable para Panel Solar.....	47
<b>Figura 12</b> Driver DVR 8825 .....	48
<b>Figura 13</b> Reloj a tiempo real RTC 3231 .....	49
<b>Figura 14</b> Sensor luminosidad GY-30 .....	50
<b>Figura 15</b> Potenciómetro 100 KOHM.....	51
<b>Figura 16</b> Sitio Web de Software Arduino.....	52
<b>Figura 17</b> Sitio Web de Tinkercad .....	53
<b>Figura 18</b> Diseño Tinkercad Estructura Fija Diseño TinkerCAD Estructura Fija....	54
<b>Figura 19</b> Diseño Tinkercad Estructura Seguidor Solar .....	56
<b>Figura 20</b> Esquema Eléctrico de Conexiones .....	57
<b>Figura 21</b> Conexiones Circuito electrónico .....	58
<b>Figura 22</b> Estructura de Soporte de Paneles Solares Fijos.....	59
<b>Figura 23</b> Estructura de soporte de paneles solares fijos con dos paneles.....	60
<b>Figura 24</b> Estructura de Soporte de Seguidor Solar .....	61
<b>Figura 25</b> Estructura de Soporte de Seguidor Solar con Dos Paneles Fotovoltaicos	61
<b>Figura 26</b> Diagrama de flujo del código .....	62
<b>Figura 27</b> Conexiones Sistema Fotovoltaico .....	63
<b>Figura 28</b> Indicador de Carga con USB 3.0.....	64
<b>Figura 29</b> Gráfico de resultados .....	65
<b>Figura 30</b> Instalación de Paneles en Seguidor Solar.....	78
<b>Figura 31</b> Conexiones del Circuito Solar Conexiones del Circuito Solar.....	79
<b>Figura 32</b> Instalación de Paneles en Seguidor Solar .....	79
<b>Figura 33</b> Instalación de Paneles en Estructura Fija .....	80

## Índice de Tablas

<b>Tabla 1</b> Estructura Fija de Paneles Solares .....	55
<b>Tabla 2</b> Estructura de Seguidor Solar.....	56
<b>Tabla 3</b> Detalle de presupuesto del proyecto .....	74
<b>Tabla 4</b> Cronograma de actividades .....	75

## 2. Resumen

El proyecto de investigación titulado “IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO DIDÁCTICO BASADO EN PANELES SOLARES EN EL PERIODO ABRIL-SEPTIEMBRE 2022” tuvo como objetivo implementar un módulo seguidor solar con panel fotovoltaico y uno fijo, para desarrollar las destrezas académicas en cuanto al funcionamiento de sistemas solares para el laboratorio de electrónica del Instituto Superior Tecnológico Sudamericano, este proyecto resulta innovador ya que corresponde a la puesta en marcha de energía verde, consecuentemente permite configurarlo de forma física y mediante programación de acuerdo a las necesidades de aprendizaje, el proyecto combina la enseñanza científico-pedagógico conjuntamente a la vanguardia de los avances tecnológicos. La metodología implementada es del tipo experimental, hermenéutico y práctico proyectual donde gracias a la recopilación de literatura científica permitió el aprendizaje de módulos didácticos basados en paneles solares para la recolección de datos y experimentación física con sistemas embebidos. El proyecto utiliza un Arduino uno, para accionar el motor paso a paso US-17HS4401 encargado del movimiento del sistema de seguidor solar, además recolecta los datos del sensor de intensidad de luz GY-30 y un reloj a tiempo real RTC DS3231 que acciona el motor. Se logró concluir que el proyecto permite realizar un análisis y desarrollar conocimiento práctico sobre generación fotovoltaica. Además, los resultados permitieron concluir que el torque necesario para mover el sistema de seguidor solar ocasiona un gasto energético elevado tomando en cuenta las especificaciones con las que este proyecto fue realizado, sin embargo, gracias a su movilidad permite aprovechar en un 87% más energía que en un sistema fotovoltaico fijo.

**Palabras clave:** seguidor solar, paneles solares, módulo didáctico, Arduino uno, RTC DS3231.

### 3. Abstract

The research project entitled "IMPLEMENTATION OF A TEACHING MODULE BASED ON SOLAR PANELS IN THE PERIOD APRIL-SEPTEMBER 2022" aimed to implement a solar tracker module with a photovoltaic panel and a fixed one, to develop academic skills in the operation of solar systems for the electronics laboratory of the Instituto Superior Tecnológico Sudamericano. This project is innovative because it corresponds to the implementation of green energy, consequently, allows configuring it physically and through programming according to learning needs, the project combines scientific and pedagogical teaching at the forefront of technological advances.

The methodology implemented is of the experimental, hermeneutic, and practical type. Where thanks to the collection of scientific literature allowed the learning of didactic modules based on solar panels for data collection and physical experimentation with embedded systems. The project uses an Arduino, to drive the stepper motor US-17HS4401 in charge of the movement of the solar tracker system, also collects data from the light intensity sensor GY-30 and a real-time clock RTC DS3231 that drives the motor.

It was concluded that the project allows the analysis and development of practical knowledge about photovoltaic generation. In addition, the results allowed me to conclude that the torque needed to move the solar tracker system causes a high energy cost taking into account the specifications with which this project was carried out, however, thanks to its mobility, it allows you to take advantage of 87% more energy than in a fixed photovoltaic system.

Keywords: solar tracker, solar panels, educational module, Arduino one, RTC DS3231.

#### 4. Problema

En la actualidad es importante implementar energías renovables debido al daño irreversible que se ocasiona al planeta con la utilización de combustibles fósiles, es importante recordar que la energía solar es un recurso renovable que proporciona ventajas importantes al momento de generar energía eléctrica ya que la misma es proporcionada por el sol.

Hoy en día a nivel mundial muchos centros educativos se encuentran apartados de la tendencia hacia la tecnología libre de contaminación, se encuentran desprovistos de módulos didácticos de aprendizaje sobre energía solar, ocasionando a las actuales y futuras generaciones de carencias en cuanto a conocimiento de nueva tecnología solar y de sistemas embebidos, es importante tener en cuenta las principales plantas de energía solar fotovoltaica ya que se tiene referencia tangible para determinar la producción energética que impulsará a la sociedad a invertir en energía solar, segura y libre de emisiones. Para mediados de 2021 clasificadas por su capacidad son: Bhadla Solar Park en India con una producción de 2.24 gigavatios, Huanghe Hydropowe Hainan Solar Park en China con 2.2 gigavatios y Pavagada Solar Park en India con 2.0 gigavatios. (Orús, 2021)

En el año 2020, en Ecuador, la producción de energía mediante celdas fotovoltaicas en empresas, generaron 33,82GWh (gigavatios), corresponde al 0.14% de energía eléctrica mediante paneles solares producida en el país (ARCERNNR, 2021).

Se debe potenciar el uso de energías renovables en la ciudad de Loja, al ser una tecnología nueva en el país, se desconoce el verdadero potencial de las celdas fotovoltaicas, la excelente cantidad de luz solar existente en el Ecuador, los factores favorables y la producción energética que se puede generar.

El problema principal que aborda esta investigación es la falta de recursos didácticos acerca de energía fotovoltaica dentro de los centros educativos de la ciudad de Loja, al no disponer de estructuras físicas de sistemas fotovoltaicos, es difícil comprender y hacer uso de programación para poder lograr avances tecnológicos y

pedagógicos, en vista de la carencia de herramientas físicas, es imprescindible implementar un módulo didáctico con un panel solar fijo y con seguidor solar que permita incentivar al estudio y posibiliten una mayor comprensión de la energía fotovoltaica en estudiantes y docentes.

Existe un parque solar fotovoltaico ubicado en San Pedro de la Bendita parroquia del Cantón Catamayo en la provincia de Loja con una potencia de 993,6 kilovatios. La potencia fotovoltaica en corriente directa es de 1.163.610 Wp. Existen 36 inversores solares con 27,6 kilovatios de potencia nominal, se encuentra en una estructura fija y con un ángulo de inclinación de 5° y un azimut de 180° hacia el norte. Los sistemas indicados en sus paneles solares carecen de un sistema de seguidor solar que permita aprovechar la incidencia fotovoltaica máxima en el día, generando pérdidas eléctricas e ingresos económicos. La ciudad de Loja está desprovista de un instrumento que permita experimentar y comprobar aspectos importantes de generación fotovoltaica, compararlos con una contraparte fija y cuantificar la capacidad energética producida por un panel con seguidor solar. (Solartia, 2018)

## 5. Tema

“IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO DIDÁCTICO  
BASADO EN PANELES SOLARES EN EL PERIODO  
ABRIL-SEPTIEMBRE 2022”

## 6. Justificación

La investigación se justifica y hace énfasis en la utilización de conocimientos en electricidad y electrónica, que permiten poner a prueba la información obtenida por parte de los docentes de la carrera de electrónica del Instituto Superior Tecnológico Sudamericano, la comprensión correcta de los contenidos y la aplicación práctica de los mismos, además el proceso permitirá obtener el título de tecnólogo en electrónica.

El aporte investigativo del presente proyecto se enfoca en la experimentación científica, gracias a la metodología implementada se logra solventar problemas y eventualidades características de un sistema nuevo e innovador, facultando la experiencia física de conectar un sistema solar, conocer sus componentes, determinar resultados y los efectos de sus variables.

En el ámbito tecnológico el proyecto destaca al utilizar energías de generación verde, ampliamente relacionados con sistemas de control, sistemas embebidos y tecnología de monitoreo a través de sensores que permiten implementar una solución fotovoltaica para el análisis y comprensión de la comunidad académica, además de ser una herramienta apropiada para la experimentación de nuevos avances y aplicaciones que se desarrollen a futuro.

Al citar aspectos económicos el proyecto se justifica al implementar un sistema seguidor solar que aumenta considerablemente el aprovechamiento energético y esto conlleva a una cuota de ingreso mayor para las granjas fotovoltaicas. Adicionalmente se realiza una comparativa con un panel fijo que servirá para el análisis de los datos arrojados con su contraparte móvil.

La generación eléctrica a través de energías verdes reduce significativamente la generación de dióxido de carbono mejorando la calidad del aire y como consecuencia la calidad de vida para las personas. Potenciar la producción de energía solar aprovechando los recursos naturales de la zona en donde la misma se implementa, es de provecho ambiental.

Los potenciales beneficiarios de la siguiente investigación podrían ser el Instituto Superior Tecnológico Sudamericano, Universidad Técnica particular de Loja, Universidad Nacional de Loja, Instituciones Educativas, que quieran evidenciar de

forma experimental la producción energética, así mismo, personas naturales que decidan usar energía fotovoltaica como medida de reducción de contaminación y costos energéticos.

## **7. Objetivos**

### **7.1 Objetivo general**

- Implementar un módulo didáctico de paneles solares con un seguidor de energía solar y un panel solar fijo, a través de programación y automatización que permita recabar y analizar datos para comprender mejor su uso y funcionamiento.

### **7.2 Objetivos Específicos**

Recabar información de fuentes reconocidas sobre seguidores de energía solar y sus partes para lograr una correcta instalación del sistema fotovoltaico.

Crear un prototipo didáctico de generación de energía solar controlado por sistema embebido para el análisis y estudio de sistemas fotovoltaicos.

Desarrollar una etapa de prueba mediante la obtención de datos con la finalidad de identificar resultados, posibles errores y comprender el funcionamiento de los paneles fotovoltaicos.

## 8. Marco Teórico

### 8.1 Marco Institucional

#### INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO SUDAMERICANO



#### *8.1.1 Reseña histórica*

El Señor Manuel Alfonso Manitio Conumba, crea el Instituto Técnico Superior Particular Sudamericano, para la formación de TÉCNICOS, por lo que se hace el trámite respectivo en el Ministerio de Educación y Cultura, y con fecha 4 de junio de 1996, autoriza con resolución Nro. 2403, la CREACIÓN y el FUNCIONAMIENTO de este Instituto Superior, con las especialidades del ciclo pos bachillerato de:

1. Contabilidad Bancaria
2. Administración de Empresas, y;20
3. Análisis de Sistemas

Para el año lectivo 1996-1997, régimen costa y sierra, con dos secciones diurno y nocturno facultando otorgar el Título de Técnico Superior en las especialidades autorizadas. Posteriormente, con resolución Nro. 4624 del 28 de noviembre de 1997, el Ministerio de Educación y Cultura, autoriza el funcionamiento del ciclo pos bachillerato, en las especialidades de:

1. Secretariado Ejecutivo Trilingüe, y;
2. Administración Bancaria.

Con resolución Nro. 971 del 21 de septiembre de 1999, resuelve el Ministerio de Educación y Cultura, elevar a la categoría de INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR PARTICULAR SUDAMERICANO, con las especialidades de:

1. Administración Empresarial
2. Secretariado Ejecutivo Trilingüe
3. Finanzas y Banca, y;
4. Sistemas de Automatización

Con oficio circular nro. 002-DNPE-A del 3 de junio de 2000, la Dirección Provincial de Educación de Loja, hace conocer la nueva Ley de Educación Superior, publicada en el Registro Oficial, Nro. 77 del mes de junio de 2000, en el cual dispone que los Institutos Superiores Técnicos y Tecnológicos, que dependen del Ministerio de Educación y Cultura, forman parte directamente del “Sistema Nacional de Educación Superior” conforme lo determina en los artículos 23 y 24. Por lo tanto en el mes de noviembre de 2000, el Instituto Tecnológico Sudamericano de la ciudad de Loja, pasa a formar parte del Consejo Nacional de Educación Superior (CONESUP) con Registro Institucional Nro. 11-009 del 29 de noviembre de 2000.

A medida que avanza la demanda educativa el Instituto propone nuevas tecnologías, es así que con Acuerdo Nro. 160 del 17 de noviembre de 2003, la Dirección Ejecutiva del Consejo Nacional de Educación Superior (CONESUP) otorga licencia de funcionamiento en la carrera de:

1. Diseño Gráfico y Publicidad.

Para que conceda títulos de Técnico Superior con 122 créditos de estudios y a nivel Tecnológico con 185 créditos de estudios.

Finalmente, con Acuerdo Nro. 351 del 23 de noviembre de 2006, el Consejo Nacional de Educación Superior (CONESUP) acuerda otorgar licencia de funcionamiento para las tecnologías en las carreras de:

1. Gastronomía
2. Gestión Ambiental
3. Electrónica, y;

#### 4. Administración Turística.

Otorgando los títulos de Tecnólogo en las carreras autorizadas, previo el cumplimiento de 185 créditos de estudio.

Posteriormente y a partir de la creación del Consejo de Educación Superior (CES) en el año 2008, el Tecnológico Sudamericano se somete a los mandatos de tal organismo y además de la Secretaría Nacional de Educación Superior, Ciencia y Tecnología (SENESCYT), del Consejo Evaluación, Acreditación y Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior (CEAACES); así como de sus organismos anexos.

Posterior al proceso de evaluación y acreditación dispuesto por el CEAACES; y, con Resolución Nro. 405-CEAACES-SE-12-2106, de fecha 18 de mayo del 2016 se otorga al Instituto Tecnológico Superior Sudamericano la categoría de “Acreditado” con una calificación del 91% de eficiencia.

Actualmente las autoridades del Instituto Tecnológico Superior Sudamericano se encuentran laborando en el proyecto de rediseño curricular de sus carreras con el fin de que se ajusten a las necesidades del mercado laboral y aporten al cambio de la Matriz Productiva de la Zona 7 y del Ecuador.

#### **8.1.2 Misión, visión y valores**

Desde sus inicios la MISIÓN y VISIÓN, han sido el norte de esta institución y que detallamos a continuación:

**Misión.** “Formar gente de talento con calidad humana, académica, basada en principios y valores, cultivando pensamiento crítico, reflexivo e investigativo, para que comprendan que la vida es la búsqueda de un permanente aprendizaje”

**8.1.2.1 Visión.** “Ser el mejor Instituto Tecnológico del país, con una proyección internacional para entregar a la sociedad, hombres íntegros, profesionales excelentes, líderes en todos los campos, con espíritu emprendedor, con libertad de pensamiento y acción”

**8.1.2.2 Valores.** Libertad, Responsabilidad, Disciplina, Constancia y estudio.

### **8.1.3 Referentes académicos**

Todas las metas y objetivos de trabajo que desarrolla el Instituto Tecnológico Sudamericano se van cristalizando gracias al trabajo de un equipo humano: autoridades, planta administrativa, catedráticos, padres de familia y estudiantes; que día a día contribuyen con su experiencia y fuerte motivación de pro actividad para lograr las metas institucionales y personales en beneficio del desarrollo socio cultural y económico de la provincia y del país. Con todo este aporte mancomunado la familia sudamericana hace honor a su slogan “gente de talento hace gente de talento”.

Actualmente la Mgs. Ana Marcela Cordero Clavijo, es la Rectora titular; Ing. Patricio Villamarín coronel. - Vicerrector Académico.

El sistema de estudio en esta Institución es por semestre, por lo tanto, en cada semestre existe un incremento de estudiantes, el incremento es de un 10% al 15% esto es desde el 2005. Por lo general los estudiantes provienen especialmente del cantón Loja, pero también tenemos estudiantes de la provincia de Loja como: Cariamanga, Macará, Amaluza, Zumba, zapotillo, Catacocha y de otras provincias como: El Oro (Machala), Zamora, la cobertura académica es para personas que residen en la Zona 7 del país.

### **8.1.4 Políticas institucionales**

- Las políticas institucionales del Tecnológico Sudamericano atienden a ejes básicos contenidos en el proceso de mejoramiento de la calidad de la educación superior en el Ecuador.
- Esmero en la atención al estudiante: antes, durante y después de su preparación tecnológica puesto que él es el protagonista del progreso individual y colectivo de la sociedad.
- Preparación continua y eficiente de los docentes; así como definición de políticas contractuales y salariales que le otorguen estabilidad y por ende le faciliten dedicación de tiempo de calidad para atender su rol de educador.

- Asertividad en la gestión académica mediante un adecuado estudio y análisis de la realidad económica, productiva y tecnología del sur del país para la propuesta de carreras que generen solución a los problemas.
- Atención prioritaria al soporte académico con relevancia a la infraestructura y a la tecnología que permitan que docentes y alumnos disfruten de los procesos enseñanza – aprendizaje.
- Fomento de la investigación formativa como medio para determinar problemas sociales y proyectos que propongan soluciones a los mismos.
- Trabajo efectivo en la administración y gestión de la institución enmarcado en lo contenido en las leyes y reglamentos que rigen en el país en lo concerniente a educación y a otros ámbitos legales que le competen.
- Desarrollo de proyectos de vinculación con la colectividad y preservación del medio ambiente; como compromiso de la búsqueda de mejores formas de vida para sectores vulnerables y ambientales.

#### **8.1.5 *Objetivos institucionales***

Los objetivos del Tecnológico Sudamericano tienen estrecha y lógica relación con las políticas institucionales, ellos enfatizan en las estrategias y mecanismos pertinentes:

- Atender los requerimientos, necesidades, actitudes y aptitudes del estudiante mediante la aplicación de procesos de enseñanza – aprendizaje en apego estricto a la pedagogía, didáctica y psicología que dé lugar a generar gente de talento.
- Seleccionar, capacitar, actualizar y motivar a los docentes para que su labor llegue hacia el estudiante; por medio de la fijación legal y justa de políticas contractuales.
- Determinar procesos asertivos en cuanto a la gestión académica en donde se descarte la improvisación, los intereses personales frente a la propuesta de nuevas carreras, así como de sus contenidos curriculares.
- Adecuar y adquirir periódicamente infraestructura física y equipos tecnológicos en versiones actualizadas de manera que el estudiante domine las TIC'S que le sean de utilidad en el sector productivo.

- Priorizar la investigación y estudio de mercados; por parte de docentes y estudiantes aplicando métodos y técnicas científicamente comprobados que permitan generar trabajo y productividad.
- Planear, organizar, ejecutar y evaluar la administración y gestión institucional en el marco legal que rige para el Ecuador y para la educación superior en particular, de manera que su gestión sea el pilar fundamental para lograr la misión y visión.
- Diseñar proyectos de vinculación con la colectividad y de preservación del medio ambiente partiendo del análisis de la realidad de sectores vulnerables y en riesgo de manera que el Tecnológico Sudamericano se inmiscuya con pertinencia social.

### 8.1.6 Estructura del modelo educativo y pedagógico del instituto tecnológico superior sudamericano

**Figura 1**

*Estructura del Modelo Educativo*

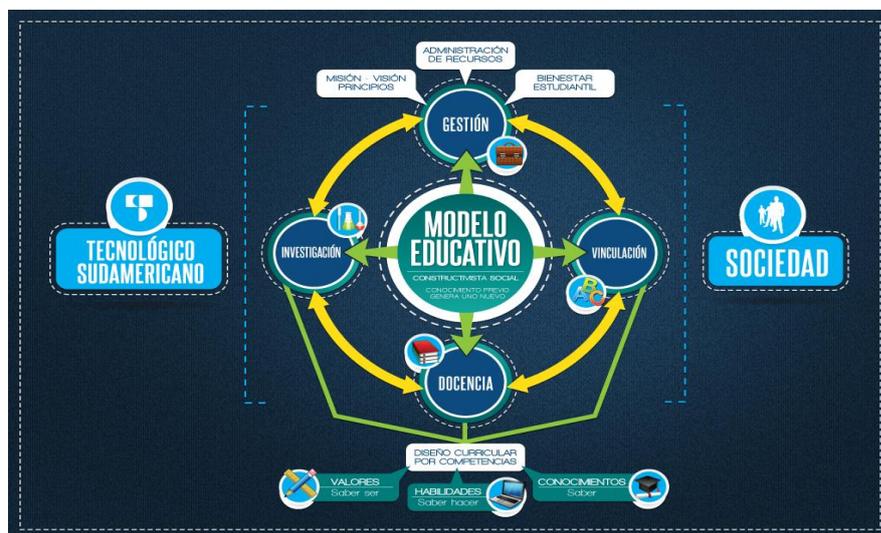


Imagen tomada de: (Instituto Tecnológico Superior Sudamericano, 2013)

### 8.1.7 Plan estratégico de desarrollo

El Instituto Tecnológico Superior Sudamericano cuenta con un plan de desarrollo y crecimiento institucional trazado desde el 2016 al 2020; el cual enfoca puntos centrales de atención:

- Optimización de la gestión administrativa.
- Optimización de recursos económicos.
- Excelencia y carrera docente.
- Desarrollo de investigación a través de su modelo educativo que implica proyectos y productos integradores para que el alumno desarrolle: el saber ser, el saber y el saber hacer.
- Ejecución de programas de vinculación con la colectividad.
- Velar en todo momento por el bienestar estudiantil a través de: seguro estudiantil, programas de becas, programas de créditos educativos internos, impulso académico y curricular.
- Utilizar la TIC`S como herramienta prioritaria para el avance tecnológico.
- Automatizar sistemas para operativizar y agilizar procedimientos.
- Adquirir equipo, mobiliario, insumos, herramientas, modernizar laboratorios a fin de que los estudiantes obtengan un aprendizaje significativo.
- Rendir cuentas a los organismos de control como CES, SENESCYT, CEAACES, SNIESE, SEGURO SOCIAL, SRI, Ministerio de Relaciones Laborales; CONADIS, docentes, estudiantes, padres de familia y la sociedad en general.
- Adquirir el terreno para la edificación de un edificio propio y moderno hasta finales del año dos mil quince.

La presente información es obtenida de los archivos originales que reposan en esta dependencia. (Instituto Tecnológico Superior Sudamericano, 2013).

Tlga. Carla Sabrina Benítez Torres

SECRETARIA DEL INSTITUTO SUDAMERICANO

## **8.2 Marco Conceptual**

### ***8.2.1 Recurso Solar en la Naturaleza***

Para dimensionar los sistemas fotovoltaicos, es necesario conocer el potencial que pueden brindar los mismos al generar energía eléctrica en distintas condiciones operativas, para lograr la capacidad necesaria tener la confianza necesaria y la energía que proviene del sol. (Vera, 2008)

Se han utilizado varias metodologías para poder dimensionar las variables climáticas típicas y de difícil predicción, entre las que se tiene la radiación solar, el combustible de sistemas fotovoltaicos, temperatura ambiental, entre otras. Estas variables tienen influencia en el rendimiento y almacenamiento de los colectores energéticos. (Vera, 2008)

### ***8.2.2 Trayectoria Paneles Solares***

Los sistemas de seguimiento solar se clasifican de acuerdo a su mecanismo como pasivos o activos. Las variables son diversas y difieren unas de otras tomando en cuenta los aspectos climáticos y posicionamiento de los sistemas de paneles fotovoltaicos. Para determinar con mayor precisión se consideran varios factores de los sistemas, siendo aspectos importantes el grado de libertad de movimiento del sistema, método de control o según los conductores utilizados. (Nieto & Ramos, 2021)

Resulta útil en comprender que la ganancia energética difiere según la región en la que el sistema fotovoltaico es colocado, resaltar la importancia de los componentes además de la calidad de las partes utilizadas. (Nieto & Ramos, 2021)

### ***8.2.3 Métodos de Análisis de la Posición Solar***

Para tener un conocimiento amplio en el análisis de la posición solar es imprescindible conocer las relaciones astronómicas que existe entre el sol y el planeta

tierra, por esta razón se utilizan cálculos referenciales a la geometría solar como la declinación solar, ángulo solar horario, ángulo solar del ocaso, corrección de órbita, elevación solar, entre las más destacadas. (Vera, 2008)

Se utilizan algoritmos y programas digitales que ayudan a determinar con precisión la posición solar y demás variables necesarias a tomar en cuenta para colocar un sistema fotovoltaico. (Vera, 2008)

#### ***8.2.4 Características Climatológicas de la Ciudad de Loja***

La ciudad de Loja posee un clima temperado-ecuatorial subhúmedo, se caracteriza por una temperatura media de 16 grados centígrados y una lluvia de 900 litros por metro cuadrado anualmente. Los factores que determinan el clima de la ciudad de Loja y que afectan de igual forma a la región andina, se tiene la latitud, relieve, la zona de convergencia intertropical (ZCIT), el efecto de la interacción atmosférica y el Océano Pacífico conocidos como el fenómeno El Niño y la Corriente Fría de Humboldt además de la cubierta vegetal. Estos factores crean una sinergia que da como resultado el clima de la ciudad, la oscilación de los frentes atmosféricos del Océano Pacífico y de la región Amazónica hacen que la variabilidad en temperatura sea de 1,5 grados centígrados. (Vega, 2021)

#### ***8.2.5 Energía Fotovoltaica***

La energía fotovoltaica es producida mediante el almacenamiento de la energía solar dentro de las celdas fotovoltaicas que convierten la radiación y luz solar en energía eléctrica. La primera celda fotovoltaica fue creada por Fritts y tenía una eficiencia del 1 por ciento, actualmente la eficiencia energética supera el 23 por ciento, con celdas multi-unión. Brindan un rendimiento mayor y son una fuente limpia de producción de energía eléctrica que ayuda a detener el calentamiento global y disminuye el consumo de combustibles fósiles. (Huerta & Mata, 2016)

#### ***8.2.6 Partes de la Producción de la Energía Fotovoltaica***

La producción de energía fotovoltaica tiene como principio utilizar un material que al exponerse a la luz, absorbe y transforma la energía en fotones eléctricos que brindan un voltaje y una corriente (Huerta & Mata, 2016).

Cuando la radiación solar pasa a través de la atmósfera terrestre sufre una atenuación hasta llegar al material con características fotovoltaicas, esta dispersión se la conoce con el nombre de dispersión Rayleigh y dispersión Mie. (Huerta & Mata, 2016)

Las celdas fotovoltaicas se agrupan y conectan en forma de cadena para formar un panel solar, la eficiencia depende del área útil que posee cada Panel solar, de la posición perpendicular con respecto al sol, de la cantidad de paneles conectados en serie y de la capacidad para almacenar energía en baterías, entre otras. (Nieto & Ramos, 2021)

## Figura 2

*Partes de un Panel Solar*



Imagen tomada de: <https://news.soliclima.com/noticias/energia-solar/cuales-son-los-problemas-comunes-en-la-reparacion-de-paneles-solares>

### 8.2.7 Módulos Fotovoltaicos

Según (Cañete, 2015) los módulos fotovoltaicos se clasifican de dos formas en las que se encuentran englobados los módulos de lámina delgada y los módulos con células multiunión, entre ellos tenemos:

- a. *Módulos de lámina delgada*, se caracterizan por tener capas extremadamente finas de materiales fotosensibles sobre un sustrato flexible o duro que vendrán a formar parte del módulo, este sustrato puede ser de varios materiales como plástico, vidrio, acero inoxidable, entre otros.
- b. *Módulos de telururo de cadmio*, poseen una mayor absorción y su fabricación es menos compleja además de económica.
- c. *Módulos de silicio amorfo*, son tecnologías pioneras de lámina delgada, tienen una estructura más desordenada sufren degradación al exponerse a la luz.

### **8.2.8 Almacenamiento de la energía**

Las baterías acumulan la energía y permiten hacer uso de la potencia necesaria, distribuirla o almacenarla cuando esta se requiera, la vida útil y los costos varían dependiendo del tipo de sistema, del mantenimiento, del usuario y la tecnología con la que fue desarrollada, lo que se busca al almacenar la energía es que sea la mayor cantidad de la misma, que no sea costosa y que permita al usuario utilizar en el momento que lo necesite. (Santillan, 2016)

### **8.2.9 Selección de Baterías**

Según (Santillan, 2016) las baterías se clasifican de acuerdo al tipo de material de la que están hechas, estas son:

- *Baterías de Silicio Monocristalino*, son de alta pureza y se fabrican de un único cristal de silicio en forma de cilindro, la eficiencia es mayor al 15 por ciento, aunque en algunas marcas es mayor al 21 por ciento, además, la vida útil de estas baterías es larga.
- *Baterías de Silicio Policristalino*, con fabricación menos compleja, es de un precio más accesible, en el proceso pierde menos silicio que el monocristalino, su eficiencia es entre el 13 y 16 por ciento ya que los materiales no son tan puros.
- *Baterías de película o capa fina*, son estructuras microscópicas de Galio, Selenio o Cobre que se alojan en una superficie flexible y que tienen un consumo menor de materia prima con una producción energética mayor, dependiendo del material,

una celda de capa fina tiene una eficiencia de entre el 7 y 13 por ciento. Como dato adicional decimos que la degradación de estas celdas es mayor.

- *Baterías esféricas*, son matrices de celular solares esféricas que absorben la radiación solar con cualquier ángulo y puede aprovechar la radiación solar difusa además de la reflejada, la eficiencia de estas celdas puede ser superior al 20 por ciento.
- *Baterías plásticas*, son polímeros que forman una celda flexible, pero su eficiencia es menor a la de los materiales duros.

#### ***8.2.10 Vida Útil de las Baterías Solares***

Las baterías solares dependen de varios aspectos y variables para determinar su vida útil, entre los factores se destacan el número de ciclos los cuales dependen directamente de la forma en la que es usada la batería, si la misma se carga y descarga de forma profundamente esto reduce el número de ciclos, por tanto, su vida útil va a ser menor. También depende del material con el que fue hecho, existen varios tipos de materiales que fluctúan en la capacidad de almacenamiento, resistencia y vida útil. (Santillan, 2016)

#### ***8.2.11 Reguladores de Carga***

La función de este dispositivo electrónico es controlar la carga de las baterías para que se pueda llenar de forma óptima la misma, este aplica un algoritmo que maximiza la vida útil del acumulador, protege de sobrecargas o voltaje excesivo, compensa voltaje y evita que la batería resulte dañada, pueden contener pantallas o dispositivos que comuniquen el estado de la batería o también pueden venir dentro del inversor. (Santillan, 2016)

#### ***8.2.12 Sección de Cables***

Los cables cumplen la función de conectar los componentes de los sistemas fotovoltaicos y deben tener unas características específicas que permitan el uso óptimo de la energía solar al ser transformada, almacenada y posteriormente utilizada, los conductores son trenzados de cobre recocido o suave y recubiertos con un aislamiento termoestable. (Riera, 2019)

### ***8.2.13 Instrumentos de medida para la energía solar***

Existen varios instrumentos que se utiliza para medir la radiación solar de forma precisa para determinar la incidencia del sol en una determinada área, al obtener estas mediciones se puede calcular valores necesarios y datos a tomar en cuenta al momento de instalar un dispositivo o sistema fotovoltaico. (Nieto & Ramos, 2021)

### ***8.2.14 Multímetro***

Es un instrumento eléctrico fácil de transportar que permite medir varias magnitudes eléctricas que se vean involucradas en la medición de la electricidad, existen analógicos y digitales y son útiles en el campo de la electricidad y electrónica. (Barón, 2020)

### ***8.2.15 Piranómetro***

Es un instrumento que se utiliza para medir la radiación solar en una superficie plana con un ángulo de recepción de 180 grados y determina de forma precisa la radiación solar, este instrumento puede ser electrónico mostrando en la pantalla la medición de la radiación solar difusa siendo las medidas expresadas en Kilo Watts por metro cuadrado. (Quintero & Guinand, 2020)

## **Figura 3**

*Piranómetro*



Imagen tomada de: <https://es.wikipedia.org/wiki/Piran%C3%B3metro>

### ***8.2.16 Seguidores Solares***

El planeta tierra por su forma esférica es un factor determinante al momento de colocar un sistema fotovoltaico, la radiación solar no siempre cae en un ángulo perpendicular al de las celdas solares, por lo tanto, se determina la irradiación máxima y mínima de acuerdo a la geometría de los captadores e inclinación, los mismos que cumplen un rol importante en los seguidores solares, los cuales automatizan el movimiento de los paneles solares para permitir aprovechar de una mejor manera la energía proporcionada por el sol. (Gómez, 2021)

### **Figura 4**

*Panel Solar con Estructura de Seguidor Solar*

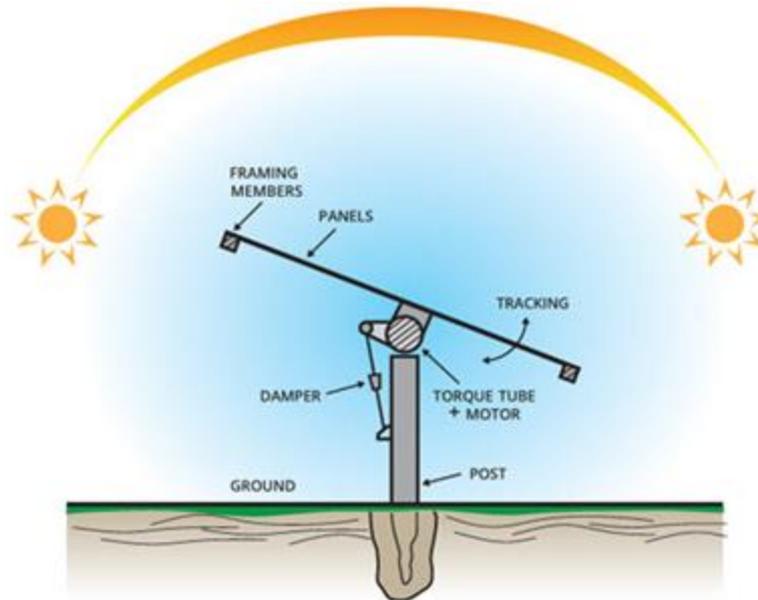


Imagen tomada de: [http://revistardenergia.com/IMG\\_20200805\\_211028.jpg](http://revistardenergia.com/IMG_20200805_211028.jpg)

### **8.2.17 Funcionamiento y Control de Seguidores Solares**

El funcionamiento de los seguidores solares se basa en dos partes principales, el mecanismo de funcionamiento físico que incluye el motor de acción y la parte electrónica con el microcontrolador, estas pueden variar en tamaño, calidad, precios, entre otros aspectos, pero cumplen las mismas funciones que son mover los paneles fotovoltaicos de acuerdo con la necesidad requerida. (Gómez, 2021)

### **8.2.18 Clasificación de los Seguidores Solares**

Según nos dice (Gómez, 2021) los seguidores solares se clasifican principalmente en seguidores de uno y dos ejes.

- a. Seguidores solares de un eje, son paneles fotovoltaicos conectados a un motor que es controlado mediante un sistema electrónico que aprovecha el ángulo de inclinación necesario para que se optimice la trayectoria de seguimiento.
- b. Seguidores solares de dos ejes, son utilizados en lugares que poseen una radiación variable en función de su geografía y posicionamiento solar, determinan en el eje

longitudinal y vertical la posición más favorable y es controlado por un sistema de embebido.

De acuerdo con esta clasificación los seguidores solares serán utilizados de acuerdo a las necesidades de cada usuario y el lugar donde se realice la instalación de los sistemas solares.

### Figura 5

*Paneles Solares de 2 Ejes*

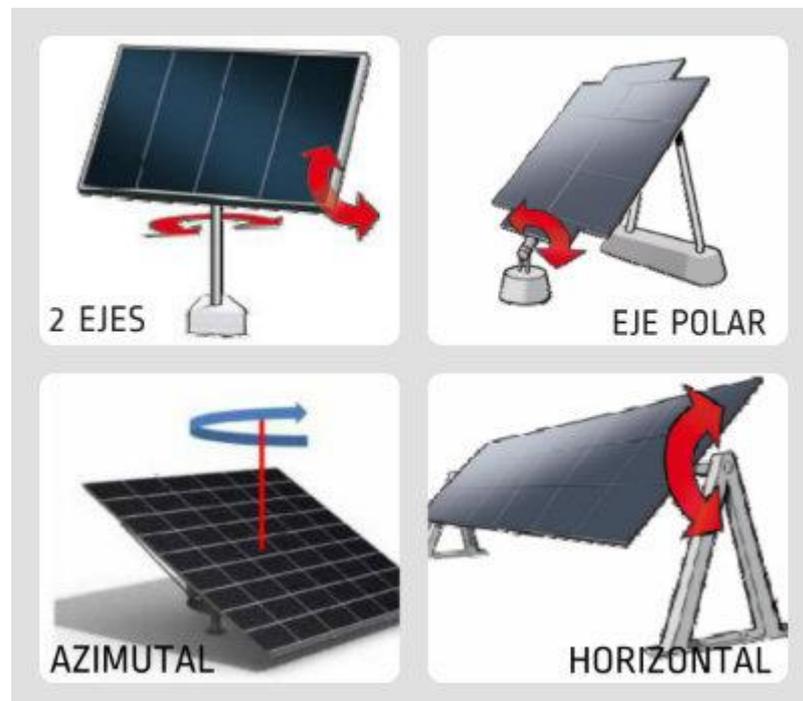


Imagen tomada de: <https://blogs.udima.es/ingenieria-industrial/seguidor-solar-que-es-y-para-que-sirve/>

## **9. Diseño Metodológico**

### **9.1 Método hermenéutico**

El método hermenéutico permite al investigador una alternativa para la interpretación de los textos. Se puede definir a la hermenéutica como el estudio de la comprensión e interpretación, es considerada como una forma de perspectiva cualitativa, de esta forma se logra el entendimiento sin limitarse a un conjunto de instrumentos o técnicas para explicar textos. (Quintana & Hermida, 2019)

El presente proyecto hace uso del método hermenéutico mediante la compilación de información proporcionada por textos, libros, revistas y artículos científicos que permiten la comprensión y análisis de diversos factores importantes en el desarrollo del módulo didáctico con paneles fotovoltaicos.

### **9.2 Método fenomenológico**

Este método hace referencia al cuestionamiento objetivo y consiente de percibir el mundo, bajo la observación se comprende el significado y respuesta a los planteamientos que se requiera abordar y se puede recoger mediante los sentidos la información necesaria para analizar los procesos que se requiera. (Fuster, 2019)

El método fenomenológico se aplica en el proyecto, al evidenciar que en la ciudad de Loja no existen módulos didácticos que permitan a los estudiantes y docentes experimentar el funcionamiento de la energía fotovoltaica con seguidores solares. De acuerdo con esto se realiza el enfoque didáctico que permite al área académica ser parte de la experiencia del manejo de los paneles solares.

### **9.3 Método práctico proyectual**

En primer lugar, hay que entender que este método permite potenciar el aprendizaje mediante la experimentación, se integra el aprendizaje y la tecnología.

Además, se aprovecha el espacio existen modelos que despiertan el interés del investigador. (Cevallos, 2021)

Dentro del proyecto se puede ver reflejado en la instalación del módulo didáctico de paneles solares con seguidor solar, por medio de pruebas de campo, con la finalidad de constatar los objetivos planteados y los datos que el módulo didáctico refleja.

## 10. Propuesta de Acción

Para efectuar el proyecto de investigación se realizó la elección de los materiales y elementos, de modo que garantice el apropiado funcionamiento del módulo didáctico, para esto se subdivide principalmente en hardware y software que se detallan a continuación.

### 10.1 Hardware

Es el conjunto de elementos físicos que componen el módulo didáctico paneles solares, estructuras de soporte, inversor, batería, cables, microcontrolador.

#### *10.1.1 Panel Solar 100 Watts*

Panel solar policristalino de vidrio templado con trama de aleación de aluminio de 36 células encapsuladas con una potencia máxima de 110 Watts y una caja de protección de uniones con una resistencia IP 68, consta de un peso de 8,3 kilogramos y una dimensión de 1120x670x30 milímetros, el grosor del vidrio es de 3,2 milímetros. (ENF, 2022)

Se eligieron estos paneles debido a su tamaño mediano, captación energética suficiente para alimentar la batería de 50 amperios y es ideal para exteriores y ubicarlo en el laboratorio de electrónica.

### **Figura 6**

*Panel Solar RSM110P*

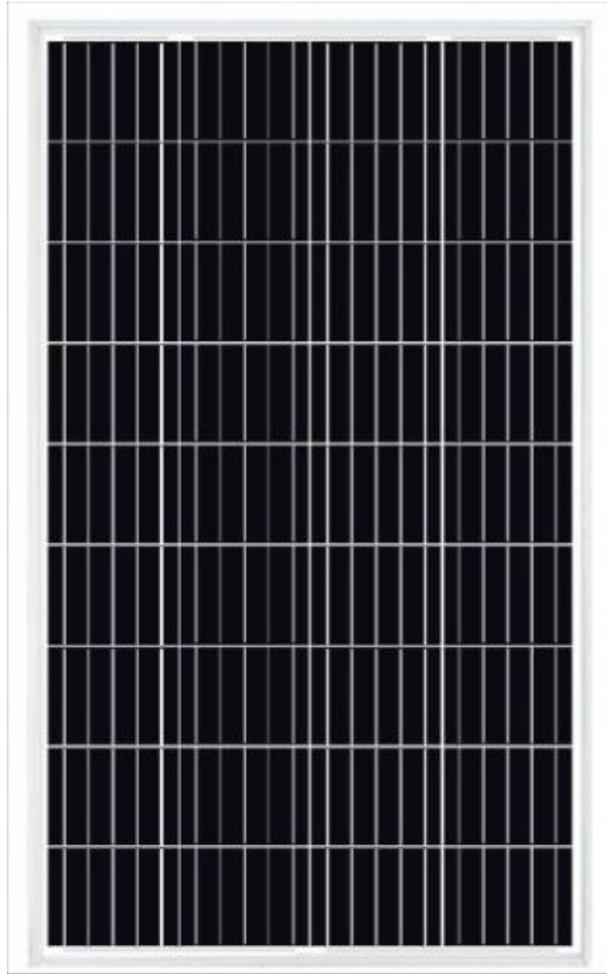


Imagen tomada de: <https://es.ensolar.com/pv/panel-datasheet/crystalline/24309>

### ***10.1.2 Arduino uno***

Es una placa electrónica que gracias a sus características de robustez y calidad permiten el desarrollo de prototipos útiles en la electrónica, consta de 6 pines analógicos y 14 pines digitales, varias conexiones a tierra y puede brindar voltajes de 3.3 voltios y 5 voltios. (SAC, 2022).

Se utiliza esta placa debido a su código libre y su comunidad activa grande desplegada en todo el mundo. Además, su tamaño y necesidades electrónicas útiles para este proyecto.

### **Figura 7**

*Arduino uno*



Imagen tomada de: <https://arduino.cl/arduino-uno/>

### ***10.1.3 Motor paso a paso***

Motor paso a paso utilizado en varias aplicaciones de control preciso en donde se utilice un ángulo de precisión, tiene cuatro conductores y una longitud del cuerpo de 40 milímetros. (Cafe, 2022)

Se utiliza este motor debido a su bajo consumo energético y su desempeño es preciso al momento de conectar al sistema de seguidor solar.

### **Figura 8**

*Motor paso a paso US-17HS4401*



Imagen tomada de: <http://www.datasheetcafe.com/17hs4401-datasheet-stepper-motor/>

#### ***10.1.4 Controlador de carga solar 30 amperios pwm***

El controlador de carga suministra energía solar de Corriente continua, posee un led que indica el estado de su trabajo, sus opciones de voltaje son de 12 voltios y 24 voltios, posee protección contra sobrecarga, cortocircuito y también posee una protección contra sobre descarga. (Antivols, 2022)

Se utiliza este controlador de carga debido a su tamaño compacto y su funcionamiento es útil en el proyecto debido a la accesibilidad de sus conexiones, lo que facilitará el conocimiento

### **Figura 9**

*Controlador de Carga Solar*



Imagen tomada de: <https://eclats-antivols.fr/en/ean/21000-30a-pwm-solar-controller-for-solar-system-solar-charge-controller-12v-24v-with-dual-timer-function-pgraded-version-4030072200196.html>

### ***10.1.5 Batería 50Ah/12VDC AGM de Ciclo Profundo SBB***

La batería Sunbriht Battery 6 GFM-50 de plomo-ácido, no necesita mantenimiento, tiene un peso de 13.2 kilogramos, un voltaje nominal de 12v, tiene 6 celdas, su cobertura es de caucho y una vida útil en un promedio de 3 a 5 años y entre 1200 ciclos de carga. (PROVIENTO, 2022)

La batería de 50 amperios se implementa en el proyecto debido a que no necesita mantenimiento, el rango de temperaturas para su funcionamiento es grande y permite encontrarse en exteriores sin problema.

## **Figura 10**

*Batería de Ciclo Profundo*



Imagen tomada de: <https://proviento.com.ec/baterias-solares/225-bateria-50ah12vdc-agm-de-ciclo-profundo-sbb.html>

#### ***10.1.6 Cable de extensión para panel solar con conector PV 6/4/2.5mm<sup>2</sup>, 10/12/14 AWG***

Cables con protección contra corrosión, radiación UV y resistente a la humedad, diámetro grande que minimiza la pérdida de energía, tiene una longitud de 5 metros y conectores plásticos resistentes y fáciles de acoplar. (Newsoul, 2022)

Los cables son utilizados en el proyecto gracias a su conectividad y cobertura resistente al clima, también, por su conductividad de energía que permite el paso de corriente necesaria para cargar la batería solar.

#### **Figura 11**

*Cable para Panel Solar*



Imagen tomada de: <https://es.aliexpress.com/item/33032933798.html>

### ***10.1.7 Driver DVR 8825***

El driver permite el control del motor paso a paso accionando el sistema únicamente cuando existe movimiento del motor, funciona con un rango de corriente de entre 3.3 voltios a 5 voltios. (Corporation, 2022)

Se utiliza ese driver para controlar el motor debido a su pequeño tamaño y fácil configuración, acciona únicamente al motor cuando es necesario mover el sistema de seguidor solar, permite el poco consumo energético.

### **Figura 12**

*Driver DVR 8825*

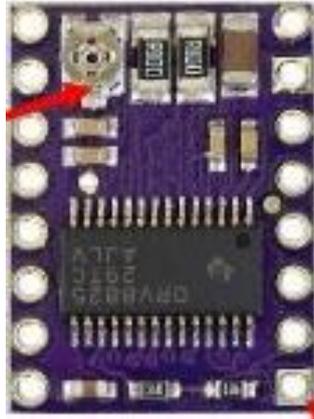


Imagen tomada de: [https://reprap.org/wiki/MKS\\_DRV8825](https://reprap.org/wiki/MKS_DRV8825)

### ***10.1.8 Reloj a tiempo real RTC DS3231***

El módulo reloj permite mantener la hora de forma precisa y gracias a su pila interna de 3 voltios, a pesar de encontrarse desconectada del circuito electrónico la configuración de la hora se mantendrá mientras la pila alimente el módulo. Su alimentación también puede ser de 5 voltios a través del pin dedicado a esa función. (Arca, 2022)

Se utiliza en el seguidor solar para accionar el motor mediante las horas del día en las cuales el sol va a estar presente, permitiendo mantener datos exactos del movimiento y localización de los paneles solares.

**Figura 13**

*Reloj a tiempo real RTC 3231*

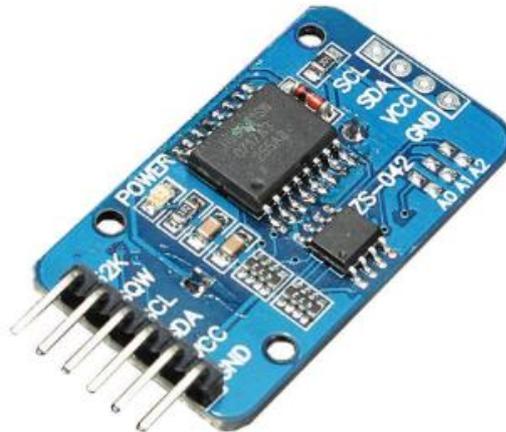


Imagen tomada de: <https://www.arcaelectronica.com/blogs/tutoriales/modulo-reloj-ds3231-con-i2c-arduino>

### ***10.1.9 Sensor Luminosidad GY-30***

El sensor de luminosidad tiene un rango de lúmenes de cero a mil, es un módulo que recepta la cantidad de luz de su entorno y transmite esos datos hacia el controlador necesario. Su precisión mejor que otros dispositivos y se alimenta con un rango de 3 a 5 voltios. (MicroElectron, 2022)

En el seguidor solar es factible utilizar el Sensor GY-30 ya que recoge la luz ambiente y se podrá transmitir los datos a la placa Arduino uno, la misma que se encargará de verificar mediante la luz ambiente, si es necesario mover el sistema de paneles.

### **Figura 14**

*Sensor luminosidad GY-30*

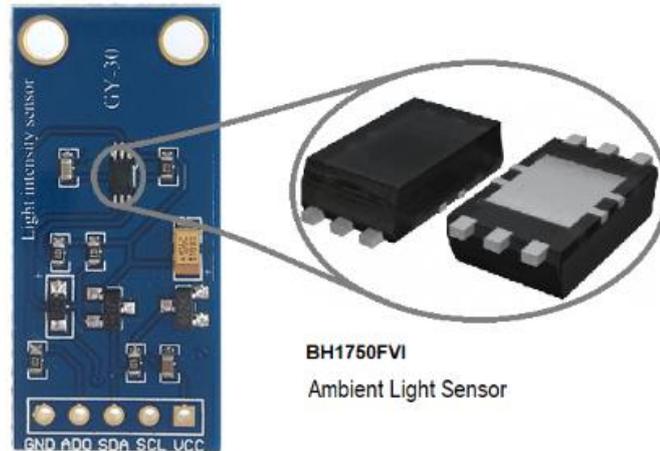


Imagen sacada de: <https://mikroelectron.com/Product/GY-30-Light-Intensity-Digital-Optical-Intensity-Illumination-Sensor-Module>

#### ***10.1.10 Potenciómetro 100 KOHM***

El potenciómetro de 100 KOHM tiene una perilla analógica que gira para modificar la resistencia, al limitar el paso de corriente la tensión varía cambiando el valor de la resistencia. (Electrónica, 2022)

Esta variabilidad en la resistencia permite al sistema de seguidor solar, conocer la posición de los paneles solares para accionar el sistema en caso de ser necesario.

#### **Figura 15**

*Potenciómetro 100 KOHM*



Imagen tomada de: <https://laredelectronica.com/producto/potenciometro-sencillo-100k-%CF%89-ohm/>

## **10.2 Software**

El funcionamiento de la parte física del proyecto se sustenta gracias a herramientas intangibles como son los programas conocidos como Software, que controlan los dispositivos necesarios para que el proyecto se ejecute de forma correcta.

Para el proyecto se precisa de dos plataformas que se detallan a continuación, estos programas se ajustan a las necesidades que el módulo didáctico requiere para funcionar y recopilar los datos obtenidos.

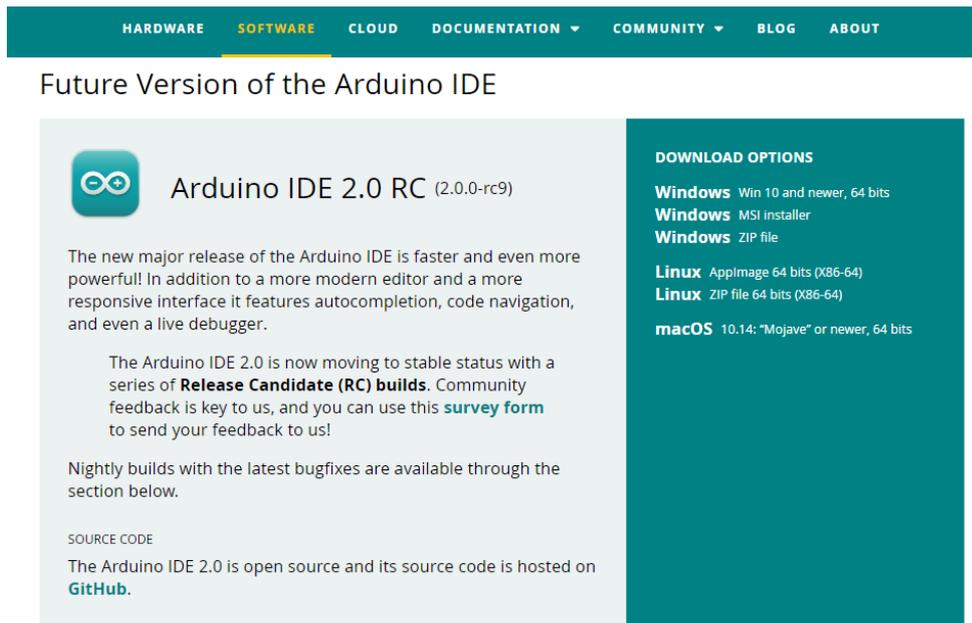
### ***10.2.1 Arduino IDE***

Software de código abierto es decir permite escribirlo y cargarlo en la placa utilizada sin restricciones de uso. (ARDUINO, 2022)

En el proyecto se utiliza el NodeMCU ESP8266 para desarrollar el programa destinado a mover y controlar el servomotor, realizar movimientos precisos y su posterior configuración.

## **Figura 16**

*Sitio Web de Software Arduino*



HARDWARE SOFTWARE CLOUD DOCUMENTATION COMMUNITY BLOG ABOUT

## Future Version of the Arduino IDE

 **Arduino IDE 2.0 RC** (2.0.0-rc9)

The new major release of the Arduino IDE is faster and even more powerful! In addition to a more modern editor and a more responsive interface it features autocompletion, code navigation, and even a live debugger.

The Arduino IDE 2.0 is now moving to stable status with a series of **Release Candidate (RC) builds**. Community feedback is key to us, and you can use this [survey form](#) to send your feedback to us!

Nightly builds with the latest bugfixes are available through the section below.

**SOURCE CODE**  
The Arduino IDE 2.0 is open source and its source code is hosted on [GitHub](#).

**DOWNLOAD OPTIONS**

**Windows** Win 10 and newer, 64 bits  
**Windows** MSI installer  
**Windows** ZIP file

**Linux** AppImage 64 bits (X86-64)  
**Linux** ZIP file 64 bits (X86-64)

**macOS** 10.14: "Mojave" or newer, 64 bits

Imagen tomada de: <https://www.arduino.cc/en/software>

### 10.2.2 Tinkercad

Es un software gratuito destinado al diseño en 3D, para la construcción de prototipos digitales, además permite crear diseños electrónicos y también la codificación. (Autodesk, 2022)

#### Figura 17

*Sitio Web de Tinkercad*

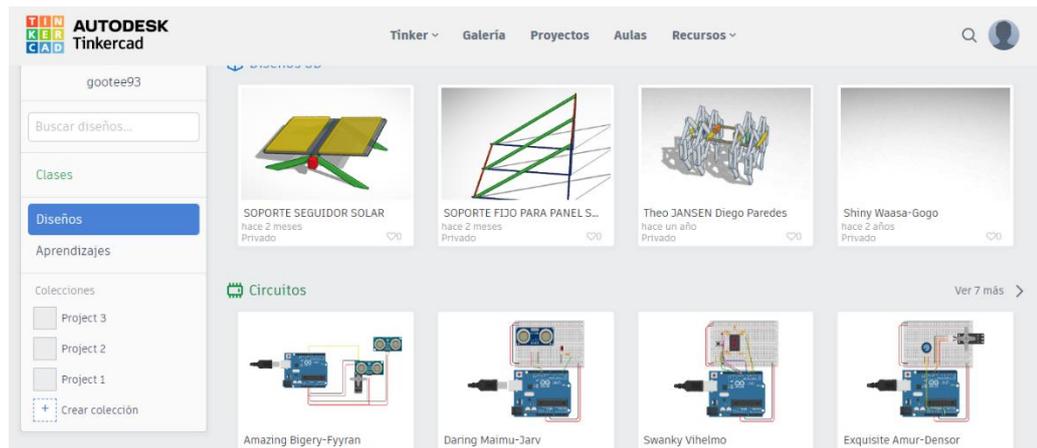


Imagen tomada de: <https://www.tinkercad.com/dashboard>

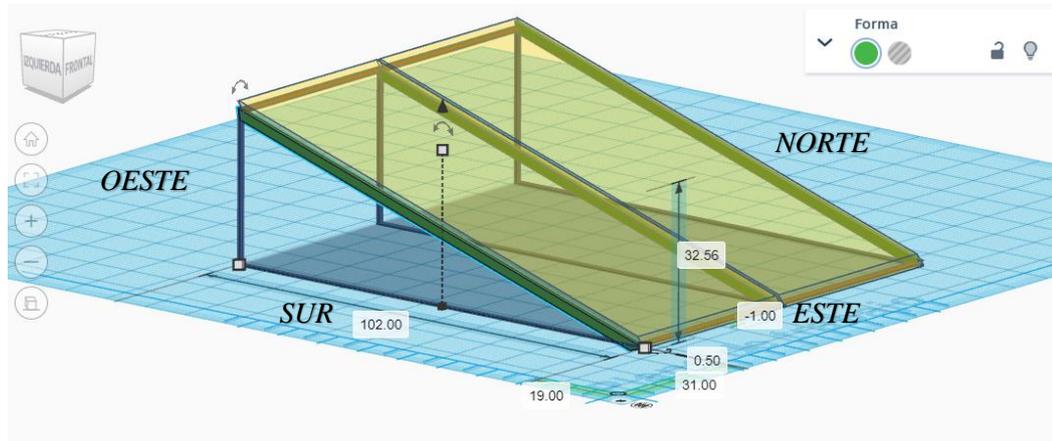
### 10.3 Desarrollo de la propuesta

#### 10.3.1 Diseño en 3D de la estructura

La estructura utilizada para sostener a los paneles solares se realiza en el programa Tinkercad, es importante tener en cuenta la posición y ángulo de los paneles solares conforme a lo establecido, factores como la posición del sol con respecto al punto de referencia se toman en cuenta para colocar la estructura fija, es aconsejable colocarla con dirección al Este, con un ángulo de 20 grados con respecto a la superficie donde se colocará la estructura, esta posición favorece a la recepción de energía solar en el transcurso del día. Las dimensiones de la estructura fija se detallan en la tabla 1.

#### Figura 18

*Diseño Tinkercad Estructura Fija*

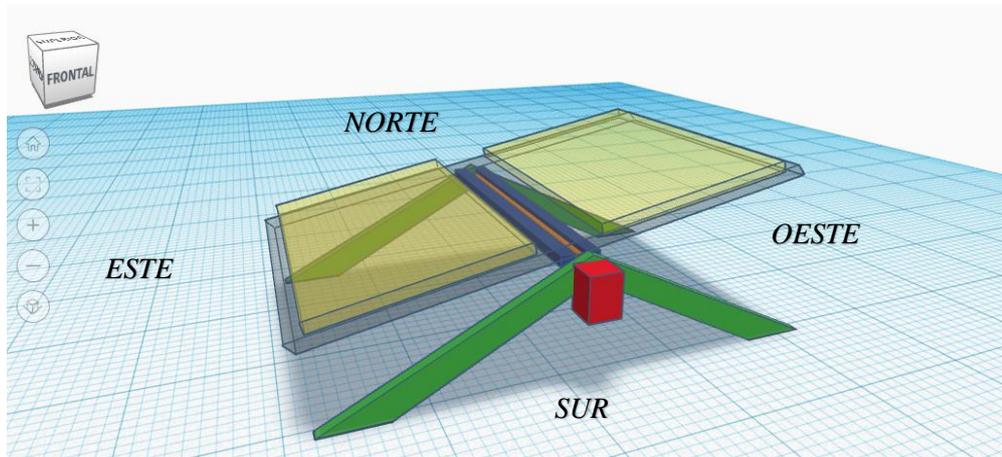


**Tabla 1**

*Estructura Fija de Paneles Solares*

NOMBRE	TAMAÑO
Longitud del panel solar	102 centímetros
Ancho del panel solar	67 centímetros
Espesor del panel solar	3 centímetros
Angulo cerrado	20 grados
Angulo recto	90 grados
Altura estructura	37 centímetros
Longitud estructura	134 centímetros
Ancho estructura	96 centímetros

La estructura para el seguidor solar tiene una disposición de los paneles longitudinalmente con respecto al Este geográfico, esto debido a que con la ayuda del motor se podrá captar mayor energía solar en el transcurso del día. Las dimensiones se detallan en la tabla 2.

**Figura 19***Diseño Tinkercad Estructura Seguidor Solar***Tabla 2***Estructura de Seguidor Solar*

NOMBRE	TAMAÑO
Longitud del panel solar	102 cm
Ancho del panel solar	67 cm
Espesor del panel solar	3 cm
Angulo abierto	120°
Longitud soporte paneles	1.38 metros
Ancho soporte paneles	1.02 metros
Altura estructura	0.90 metros
Longitud estructura	1.34 metros
ancho estructura	1.08 metros

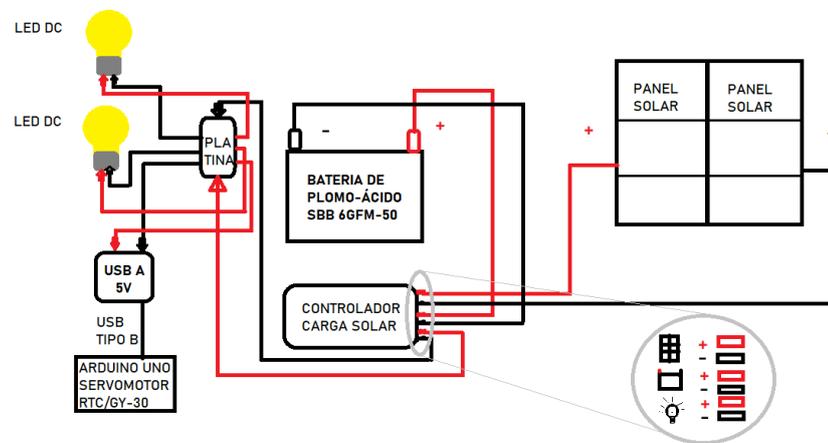
**10.3.2 Diseño electrónico del proyecto**

Existen procesos que se debe realizar con las precauciones respectivas para evitar daños en los equipos, existe el riesgo potencial de dañar los paneles solares si las conexiones por cables llegan a tener contacto entre sus extremos positivo y negativo. Es importante aislar los extremos de los cables para evitar contactos involuntarios.

Las conexiones del sistema solar se detallan en la figura 20.

**Figura 20**

*Esquema eléctrico de conexiones*

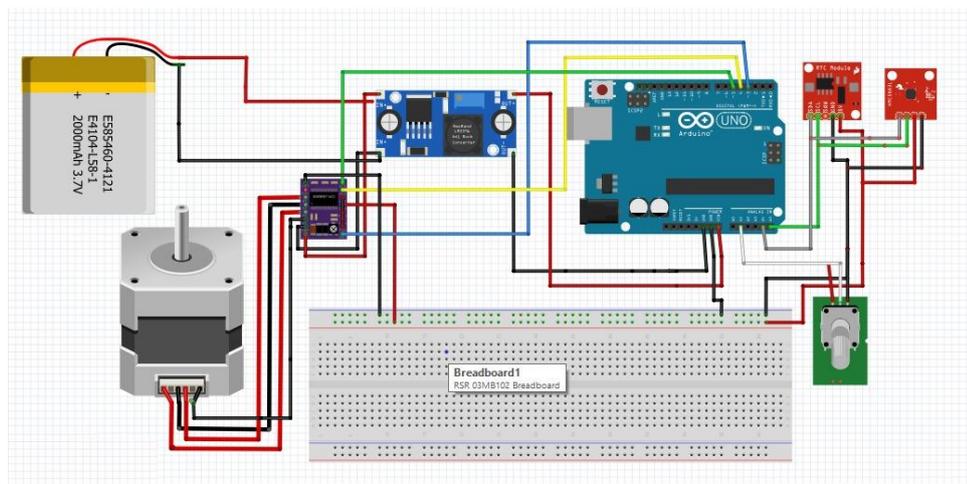


Las conexiones de salida de los paneles solares se conectan al controlador solar pwm, positivo y negativo, se necesita cable número 12 para las conexiones establecidas dentro del sistema solar. De la batería de plomo ácido se conectan dos cables uno positivo y otro negativo a sus correspondientes en el controlador de carga solar, para mayor seguridad se visualiza en el controlador un ícono similar a una batería. En la conexión hacia los focos led se utiliza una platina que permite la transmisión de la corriente de 12 voltios hacia los focos y el puerto USB que el sistema posee. Los extremos positivo y negativo van desde el controlador hacia la platina, para luego permitir las conexiones positiva y negativa, para energizar los focos y el puerto USB donde se conectará la placa Arduino y el motor paso a paso.

En la figura 21 se muestran las conexiones electrónicas realizadas para el funcionamiento del motor paso a paso que realiza el movimiento de la estructura de seguidor solar, también se evidencia el sensor de luminosidad GY-30 y el reloj a tiempo real RTC DS3231 conectados al microcontrolador Arduino uno.

**Figura 21**

*Conexiones Circuito Electrónico*



Las conexiones del sistema electrónico se deben realizar de forma ordenada y atenta, se dividen en dos instancias:

1. Las conexiones de los módulos RTC 3231 y el sensor de luz GY-30, en donde energizamos VCC y GND a la placa Arduino uno, mientras que SDA y SCL irán conectados a los pines A4 y A5 respectivamente en la Arduino uno. El potenciómetro se conectará VCC y GND al Arduino uno y la señal se conecta al A1 del Arduino uno.
2. La conexión al motor se energiza mediante driver con 12 voltios conectados en VCC y GND, desde el Arduino uno sale señal desde 3 pines digitales hacia el driver DVR 8825, el número 3 se dirige al enable, el número 4 a step y el número 5 a dirección. Además, los 4 cables que salen del motor se conectan a A1 y A2, B1 y B2, para realizar el movimiento de dos direcciones.

Para una mejor comprensión del proyecto, el módulo didáctico se divide en dos partes: una parte fija y una parte móvil.

### ***10.3.3 Parte estructural fija del proyecto***

Los paneles solares fijos se colocan en la estructura para captar la mayor cantidad de energía se necesita que la estructura cuente con un ángulo de 20 grados de inclinación con respecto a la superficie horizontal donde se coloca la estructura, es importante colocar la estructura con su parte más elevada dirigida hacia el este geográfico, debido al movimiento del sol y con el ángulo antes mencionado, los rayos solares caen perpendiculares a la superficie de los paneles solares, la posición geográfica es excelente debido a que la ciudad de Loja está muy cerca de la línea ecuatorial en donde los rayos solares que chocan la superficie terrestre son más perpendiculares que en otros sitios del planeta tierra. En la figura 22 se muestra la estructura sin paneles solares y en la figura 23 se observa la estructura con paneles solares.

#### **Figura 22**

*Estructura de Soporte de Paneles Solares Fijos*



**Figura 23**

*Estructura de soporte de paneles solares fijos con dos paneles*



#### ***10.3.4 Estructura Móvil de paneles Solares***

El seguidor solar se monta en partes siendo la primera la parte mecánica para posteriormente conectarse al circuito electrónico que hará funcionar al motor que se acciona mediante el microcontrolador Arduino uno, además, de los sensores antes mencionados. La posición del seguidor solar se debe determinar de acuerdo al tamaño de los paneles solares, en este caso el eje transversal de la estructura se fijará en dirección al este geográfico permitiendo que los paneles estén longitudinalmente paralelos al este geográfico, de esta forma captarán la mayor cantidad de radiación solar en todo el día.

En la figura 24 se puede observar la estructura sin paneles solares mientras que en la figura 25 podemos observar la estructura móvil acompañada de dos paneles fotovoltaicos.

### **Figura 24**

*Estructura de Soporte de Seguidor Solar*



### **Figura 25**

*Estructura de Soporte de Seguidor Solar con Dos Paneles Fotovoltaicos*

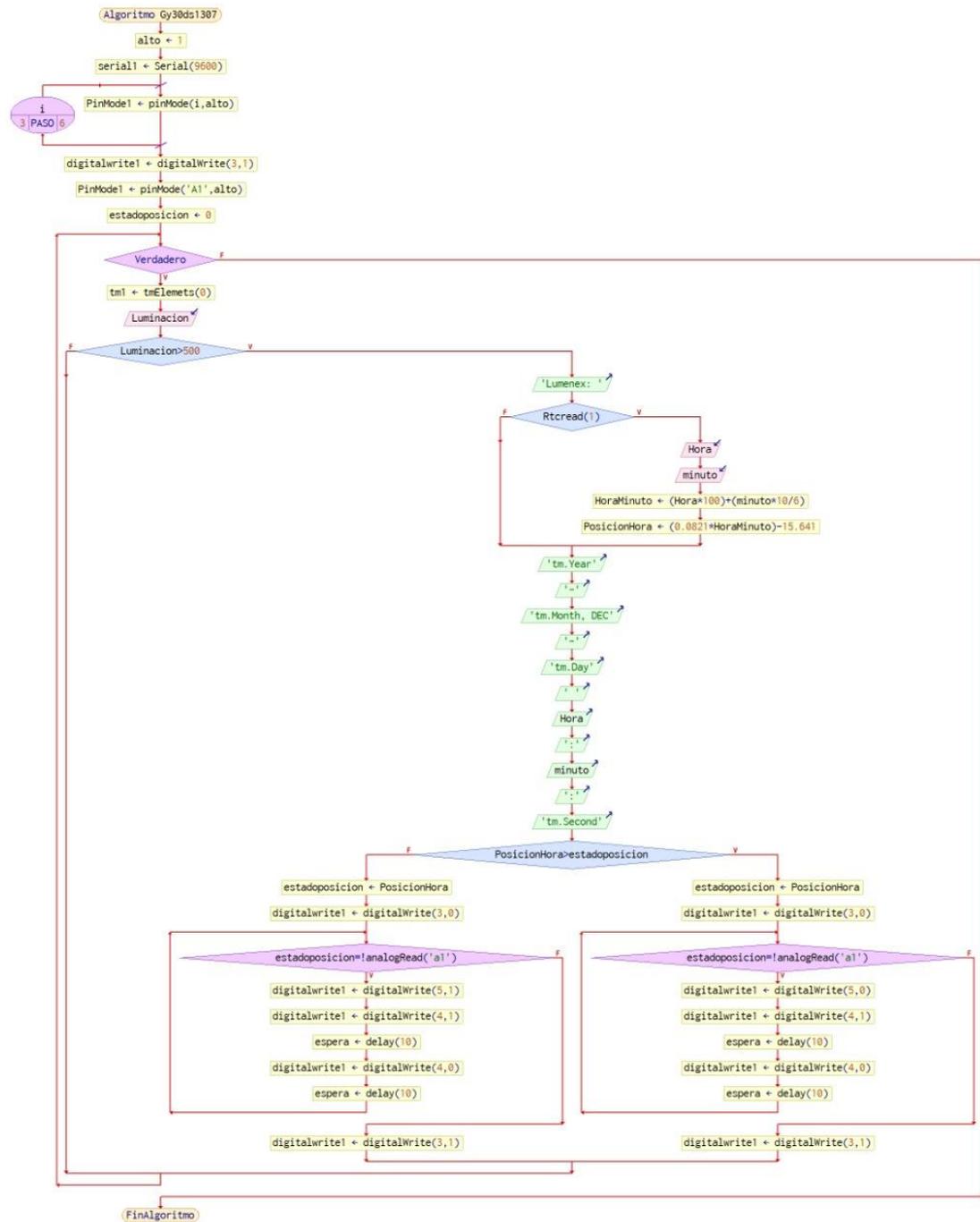


***10.3.5 Prueba de funcionamiento del sistema electrónico***

En la figura 26 se observa un diagrama de flujo del código de funcionamiento del sistema móvil.

**Figura 26**

*Diagrama de flujo del código*



Luego de realizadas las conexiones se verifica el funcionamiento de los sistemas de almacenamiento y generación de energía solar, en donde se coloca un indicador led que muestra la carga de la batería. En la figura 27 se observan las conexiones de generación de energía solar.

**Figura 27**

*Conexiones Sistema Fotovoltaico*



Además, consta de una entrada USB 3.0 que se utiliza para energizar el microcontrolador, sensores. En la figura 28 se observa la carga de la batería que nos muestra 12.1 voltios listos para energizar el sistema de seguidor solar.

### **Figura 28**

*Indicador de Carga con USB 3.0*



#### **10.3.6 Resultados obtenidos**

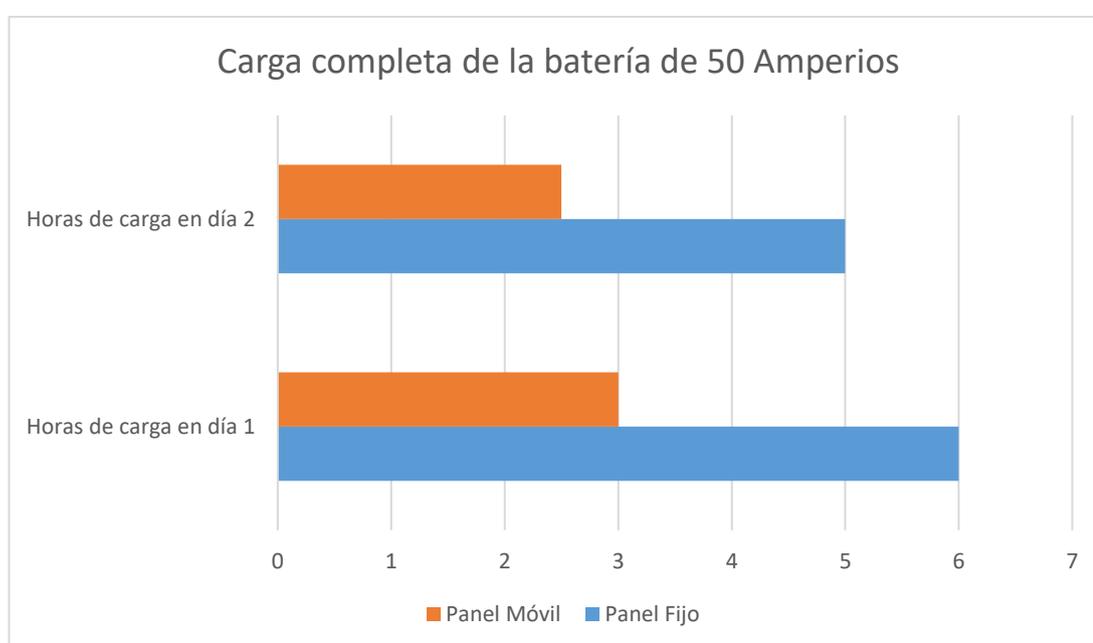
El módulo didáctico de paneles solares permitió realizar pruebas mediante el uso de la carga de la batería de 50 amperios, para tomar como referencia un punto inicial en los resultados se descargó durante la noche, la batería utilizando dos focos led de 12 voltios, hasta que el display de 8 dígitos marca 6 voltios. Luego en la mañana

a las 9 am se empieza a conectar en la estructura móvil, un panel solar, también se coloca un panel solar en la estructura fija, y se contabiliza el tiempo en horas, para determinar cuánto tarda la batería en llegar a 12 voltios, con los dos tipos de estructura, la fija y la móvil o también conocida en el presente proyecto como seguidor solar.

Los días en los que se realizaron las pruebas fueron bastante soleados, es un factor importante para tomar en cuenta. Para comprender mejor los datos que resultaron de esta prueba, se especifican en la figura 29.

### Figura 29

*Gráfico de resultados*



Para complementar mejor el aprendizaje y funcionamiento del módulo didáctico con paneles solares, se adicionan dos guías didácticas en los anexos del proyecto, que servirán como apoyo pedagógico para docentes y alumnos.

## 11. Conclusiones

Se logró recabar información sobre seguidores de energía solar permitiendo su correcta instalación y configuración, determinando los grados de inclinación, en el inicio del día (08h00 am) se parte desde los menos 20 grados, para las (12h00 pm) se encuentra a cero grados y al ocaso del día (17h00 pm) finaliza en 20 grados, con este movimiento se garantiza la captura del 87 por ciento de la incidencia solar.

Al construir el prototipo se concluye que utilizar un sistema de tornillo sin fin para el seguidor solar es la solución más viable para no consumir la energía generada fotovoltaicamente y almacenada en la batería. Después de la creación del prototipo didáctico fotovoltaico, se desarrollaron dos guías, una enmarcada al modo de operación de generación con seguidor solar y otra para el modo de operación de generación solar fija. Dichas guías facilitarán la comprensión y prácticas de laboratorio sobre temas de energía renovable.

Al aplicar una metodología de prueba y error, se obtuvieron resultados bastante alentadores, tal es el caso de que el sistema de generación en estado fijo tarda cinco horas en cargar completamente el acumulador, mientras que el sistema de generación con seguidor solar tarda dos horas con treinta minutos.

## 12. Recomendaciones

Se recomienda colocar la estructura móvil en un lugar plano para disminuir la inercia que puede existir al no encontrarse la estructura de sujeción en equilibrio horizontal. Además, el motor debe situarse en un lugar más alejado del eje central, de esa forma el peso que necesita mover será menor, permitiendo accionarse de forma precisa usando los grados de inclinación recomendados que son en un promedio de 40 grados para captar de forma perpendicular los rayos solares.

Se recomienda utilizar las guías didácticas en conjunto con las herramientas tecnológicas empleadas en el presente proyecto para brindar un mejor análisis y replicar los datos obtenidos mediante la experimentación práctica.

Para obtener resultados favorables en cuanto a las horas de carga del acumulador se deben tomar en cuenta los factores que se analizaron siendo entre los más destacados, la disposición geográfica de las estructuras, la carga de la batería y el clima, siendo los mismos determinantes a la hora de replicar la metodología de prueba y error.

### 13. Bibliografía

- Antivols, E. (02 de 08 de 2022). *eclats-antivols.fr*. Obtenido de <https://eclats-antivols.fr/en/content/2-mentions-legales>
- Arca, E. (22 de 9 de 2022). *arcaelectronica.com*. Obtenido de <https://www.arcaelectronica.com/blogs/tutoriales/modulo-reloj-ds3231-con-i2c-arduino>
- ARCERNNR. (2021). Estadística Anual y multianual del Sector Eléctrico Ecuatoriano 2020. Quito.
- ARDUINO. (02 de 08 de 2022). *arduino.cc*. Obtenido de <https://www.arduino.cc/en/software>
- Autodesk. (4 de Octubre de 2022). *Tinkercad*. Obtenido de <https://www.tinkercad.com/dashboard>
- Barón, A. (2020). Multímetro Digital USB. *Universidad de Valladolid*.
- Cafe, D. (22 de 9 de 2022). *DataSheetCafe.com*. Obtenido de <http://www.datasheetcafe.com/17hs4401-datasheet-stepper-motor/>
- Cañete, C. (2015). Modelos para la caracterización eléctrica de módulos fotovoltaicos en condiciones de sol real. *Universidad de Málaga*.
- Cevallos, M. (2021). Método proyectual tradicional y su aplicabilidad en el contexto de ambientes virtuales de aprendizaje. *Centro de Estudios en Diseño y Comunicación*, 57-62.
- City, S. (02 de 08 de 2022). *servocity.com*. Obtenido de <https://www.servocity.com/hs-815bb-servo/>
- Corporation, P. (22 de 9 de 2022). *Pololu.com*. Obtenido de <https://www.pololu.com/product/2133>
- Electrónica, L. R. (22 de 9 de 2022). *la red electrónica*. Obtenido de <https://laredelectronica.com/producto/potenciometro-sencillo-100k-%CF%89-ohm/>

- ENF, L. (2022). *RESUN SOLAR*. Obtenido de <https://es.ensolar.com/pv/panel-datasheet/crystalline/24309>
- Fuster, D. (2019). Investigación cualitativa: Método fenomenológico hermenéutico. *Universidad Nacional Mayor de San Marcos*, 13-17.
- Gómez, F. (2021). Análisis y mejoras en el movimiento de seguidores solares: aplicación al retroseguimiento. *Universidad de Córdoba*.
- Huerta, E., & Mata, R. (2016). Estudio de las características de una celda fotovoltaica para el uso eficiente de la energía solar. *Acta Universitaria*, 30-34.
- MathWorks, T. (02 de 08 de 2022). *ThingSpeak.com*. Obtenido de <https://thingspeak.com/>
- MicroElectron. (22 de 9 de 2022). *microelectron*. Obtenido de <https://mikroelectron.com/Product/GY-30-Light-Intensity-Digital-Optical-Intensity-Illumination-Sensor-Module>
- Newsoul, Y. (02 de 08 de 2022). *es.aliexpress.com*. Obtenido de <https://es.aliexpress.com/item/33032933798.html>
- Nieto, G., & Ramos, D. (2021). Implementación de un módulo para el análisis de la trayectoria solar en paneles fotovoltaicos. (*Bachelor's thesis*, 13-18).
- Orús, A. (2021). *statista*. Obtenido de <https://es.statista.com/estadisticas/634503/capacidad-de-las-plantas-de-energia-solar-fotovoltaica-lideres-a-nivel-mundial/>
- PROVIENTO, S. (02 de 08 de 2022). *proviento.com.ec*. Obtenido de <https://proviento.com.ec/baterias-solares/225-bateria-50ah12vdc-agm-de-ciclo-profundo-sbb.html>
- Quintana, L., & Hermida, J. (2019). La hermenéutica como método de interpretación de textos en la investigación psicoanalítica. *Perspectivas en Psicología: Revista de Psicología y Ciencias Afines vol 16*, 73-79.

- Quintero, S., & Guinand, K. (2020). Protocolo y procedimiento aplicado a instrumentación piranómetro para medición de radiación solar. *Universidad de la Salle, Bogotá*.
- Riera, F. S. (2019). Proyecto de Instalación solar fotovoltaica conectada a red de 26.88 MWp en Villavaliante, España. *Universidad Politécnica de Valencia*, 38-45.
- SAC, N. M. (02 de 08 de 2022). *naylampmechatronics.com*. Obtenido de <https://naylampmechatronics.com/espressif-esp/153-nodemcu-v2-esp8266-wifi.html>
- Santillan, A. (2016). Estudio de la incorporación de baterías en sistemas fotovoltaicos. *Univerisad de Barcelona*, 15-18.
- Solartia. (18 de septiembre de 2018). *solartia*. Obtenido de <https://solartia.com/2018/09/18/solartia-pone-en-marcha-las-plantas-solares-fotovoltaicas-de-san-pedro-y-tambo-de-1mw-en-ecuador/>
- Systems, E. (2022). *espressif.com*. Obtenido de [https://espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32\\_datasheet\\_en.pdf](https://espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32_datasheet_en.pdf)
- Vega, M. (2021). Clasificación del Clima de Loja. *Climate Data*, 50-57.
- Vera, J. (2008). Caracterización de la Disponibilidad de Recurso Solar para el Dimensionamiento de un Sistema Fotovoltaico Autónomo de Emergencia. *FPUNE Scientific*, 91-95.

## 14. Anexos

### 14.1 Certificado de aprobación



VICERRECTORADO ACADÉMICO

Loja, 11 de Julio del 2022  
Of. N° 475 -VDIN-ISTS-2022

Sr.(lta). PAREDES QUEVEDO DIEGO DANIEL  
**ESTUDIANTE DE LA CARRERA DE TECNOLOGÍA SUPERIOR EN ELECTRONICA**

Ciudad

De mi consideración:

Por medio de la presente me dirijo a ustedes para comunicarles que una vez revisado el anteproyecto de investigación de fin de carrera de su autoría titulado **IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO DIDÁCTICO BASADO EN PANELES SOLARES EN EL PERIODO ABRIL-SEPTIEMBRE 2022**, el mismo cumple con los lineamientos establecidos por la institución; por lo que se autoriza su realización y puesta en marcha, para lo cual se nombra como director de su proyecto de fin de carrera (el/la) Ing. CESAR CRISTIAN CARRION AGUIRRE.

Particular que le hago conocer para los fines pertinentes.

Atentamente,

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



## 14.2 Autorización para la ejecución



INSTITUTO TECNOLÓGICO  
**SUDAMERICANO**  
*Hacemos gente de talento!*



**ELECTRÓNICA**  
TECNOLOGÍA SUPERIOR

Yo, Ing. Oscar Geovanny Jiménez con documento de identidad 1103571590, coordinador de la carrera de Electrónica del Instituto Superior Tecnológico Sudamericano de la ciudad de Loja a petición verbal del interesado.

### **AUTORIZO**

A Diego Daniel Paredes Quevedo con cédula de identidad Nro. 1104693294, estudiante del sexto ciclo de la carrera de Electrónica del “Instituto Superior Tecnológico Sudamericano”; para que realice su proyecto de investigación de fin de carrera titulado “IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO DIDÁCTICO BASADO EN PANELES SOLARES EN EL PERIODO ABRIL-SEPTIEMBRE 2022” para lo cual nos comprometemos en entregar al estudiante la información necesaria hasta que culmine dicho proceso.

Loja, 02 de noviembre del 2022

Ing. Oscar Jiménez

C.I. 1103571590

### 14.3 Certificado de implementación



Loja, 07 de octubre del 2022

Ing. César Cristian Carrión Aguirre

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

***CERTIFICO***

Que el Sr **Diego Daniel Paredes Quevedo** con cédula **1104693294** ha venido trabajando en el Proyecto de fin de carrera titulado **“IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO DIDÁCTICO BASADO EN PANELES SOLARES EN EL PERIODO ABRIL-SEPTIEMBRE 2022”**; el mismo que se encuentra a la presente fecha en un 100% culminado según los requerimientos funcionales planteados. Lo certifico en honor a la verdad para los fines pertinentes y a solicitud del interesado.

-----

Ing. César Cristian Carrión Aguirre

**TUTOR SEMINARIO DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN DE FIN DE CARRERA**

Semestre abril 2022- septiembre 2022

## 14.4 Presupuesto

El presupuesto total del prototipo se encuentra detallado en la Tabla 3

**Tabla 3**

*Detalle de presupuesto del proyecto*

Materiales	Precio unitario	Unidades	Valor total
Panel Solar 100 Watts	150.00	2	300.00
Controlador Carga Solar	100.75	1	100.75
Batería SBB 12V 50AH	200.00	1	200.00
Microcontrolador Arduino	50.00	1	50.00
Luminaria DC	17.33	2	34.66
Conectores H4	22.00	4	88.00
Base Soporte	80.00	2	160.00
Controlador	192.00	1	192.00
Cables Victron Energy	35.00	8	280.00
Motor US – 17HS4401	200.00	1	200.00
Multímetro	25.00	1	25.00
Sensor Luz GY-30	10.00	1	10.00
RTC DS3231	18.00	1	18.00
Caja de Revisión	20.00	1	20.00
Otros	20.00	1	20.00
<b>Total</b>			<b>1698.41</b>



## 14.6 Código Arduino

```

1  /*Librerias*/
2  #include <BH1750.h>//libreria para el sensor de luz
3  #include <DS3231.h>//libreria para el sensor RTC
4  #include <Wire.h>//libreria para la comunicacion I2C
5
6  /* variables para asignar las clases de las librerias*/
7  BH1750 lightMeter;
8  DS3231 clock1;
9
10 /*variable globales*/
11 bool century = false;//para RTC
12 bool hl2Flag;//para RTC
13 bool pmFlag;//para RTC
14 long dato_anterior=0,acumulativo=0;//dato anterior para hora
15
16 void setup() {
17   // put your setup code here, to run once:
18   Wire.begin();//iniciando la comunicacion I2C
19   Serial.begin(9600);//iniciando la comunicacion UART
20   lightMeter.begin();//iniciando la comunicacion con el sensor gy-30
21   for(int i=3;i<6;i++){
22     pinMode(i,OUTPUT);
23   }
24   digitalWrite(3,HIGH);
25   pinMode(A1,INPUT);//conectado potenciómetro
26   dato_anterior=analogRead(A1)/10;
27   Serial.println(dato_anterior);
28
29 }
30
31 void loop() {
32   // put your main code here, to run repeatedly:
33   float lux = lightMeter.readLightLevel();
34   Serial.print("Lumenex: ");
35   Serial.println(lux);
36   Serial.println(analogRead(A1));
37   if (lux>10){
38     int Hora=0, minuto=0, PosicionHora=0,HoraMinuto=0;
39     Hora=clock1.getHour(hl2Flag, pmFlag);
40     minuto=clock1.getMinute();
41     HoraMinuto=(Hora*100);
42     PosicionHora=((0.0001*HoraMinuto*HoraMinuto)-(0.175*HoraMinuto)+76.5);
43     if ((HoraMinuto>800) && (HoraMinuto<1775)){
44       Serial.print("Lumenex: ");
45       Serial.print(lux);
46       Serial.print(" ");
47       Serial.print(clock1.getYear(), DEC);
48       Serial.print("-");
49       Serial.print(clock1.getMonth(century), DEC);
50       Serial.print("-");
51       Serial.print(clock1.getDate(), DEC);
52       Serial.print(" ");
53       Serial.print(Hora, DEC); //24-hr
54       Serial.print(":");
55       Serial.print(minuto, DEC);

```

```
56 Serial.print(":");
57 Serial.println(clock1.getSecond(), DEC);
58 int a=(PosicionHora*1.02),b=(PosicionHora*0.98);
59 Serial.println(PosicionHora);
60 Serial.println(dato_anterior);
61 delay(100);
62 if(PosicionHora>dato_anterior){
63     dato_anterior=PosicionHora;
64     Serial.println("Subir");
65     int c=analogRead(A1)/10;
66     digitalWrite(3,LOW);
67     digitalWrite(5,HIGH);
68     while((c<b) && (a>c)){
69         digitalWrite(4,HIGH);
70         delay(10);
71         digitalWrite(4,LOW);
72         delay(10);
73         c=analogRead(A1)/10;
74         Serial.println(c);
75     }
76     digitalWrite(3,HIGH);
77 }else {
78     if(PosicionHora<dato_anterior){
79         dato_anterior=PosicionHora;
80         Serial.println("Bajar");
81         int c=analogRead(A1);
82         digitalWrite(3,LOW);
83         digitalWrite(5,HIGH);
84         while((b<c) && (c>a)){
85             digitalWrite(4,HIGH);
86             delay(10);
87             digitalWrite(4,LOW);
88             delay(10);
89             c=analogRead(A1)/10;
90             Serial.println(c);
91         }
92         digitalWrite(3,HIGH);
93     }
94 }
95 }
96
97 }
98 }
99
100 delay(600);
101
102 }
```

## 14.7 Evidencias Fotográficas

### Figura 30

*Instalación de Paneles en Seguidor Solar*



En la figura 30 se puede evidenciar la instalación de los dos paneles en la estructura móvil.

**Figura 31**

*Conexiones del Circuito Solar*



En la figura 31 se observa la instalación de la batería al controlador PWM

**Figura 32**

*Instalación de Paneles en Seguidor Solar*



En la figura 32 se puede evidenciar el acoplamiento de la parte mecánica del seguidor solar.

### **Figura 33**

*Instalación de Paneles en Estructura Fija*



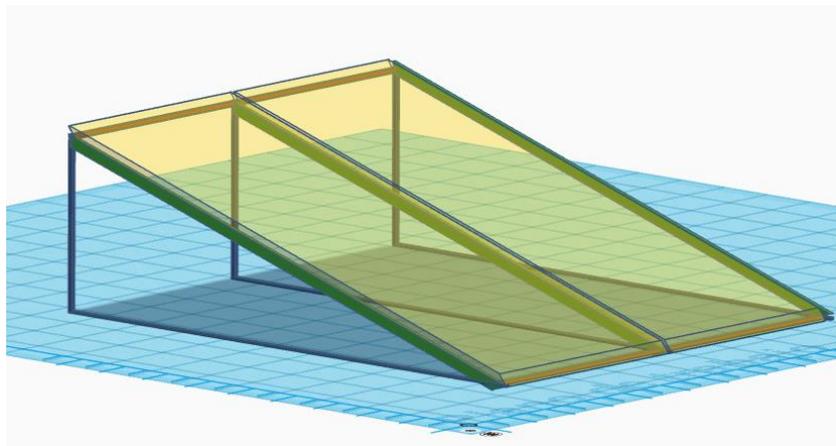
En la figura 33 se puede evidenciar el acoplamiento de los paneles solares en la estructura fija del módulo didáctico de paneles solares.

## 14.8 Guías didácticas

# INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO SUDAMERICANO

## GUÍA DIDÁCTICA I

### MODO DE OPERACIÓN DE PANELES SOLARES FIJOS



### SISTEMA FOTOVOLTAICO FIJO Y SU FUNCIONAMIENTO

#### Antecedentes

La presente guía didáctica se desarrolla en el manejo y uso de un sistema solar fijo, mediante experimentación física y análisis de resultados.

Para determinar los aspectos necesarios antes de empezar a utilizar sistemas fotovoltaicos es importante conocer los conceptos básicos y acerca de paneles solares fijos y sus componentes.

## **Conceptos**

### **Métodos de Análisis de la Posición Solar**

Para tener un conocimiento amplio en el análisis de la posición solar es imprescindible conocer las relaciones astronómicas que existe entre el sol y el planeta tierra, por esta razón se utilizan cálculos referenciales a la geometría solar como la declinación solar, ángulo solar horario, ángulo solar del ocaso, corrección de órbita, elevación solar, entre las más destacadas. (Vera, 2008)

Se utilizan algoritmos y programas digitales que ayudan a determinar con precisión la posición solar y demás variables necesarias a tomar en cuenta para colocar un sistema fotovoltaico. (Vera, 2008)

### **Energía Fotovoltaica**

La energía fotovoltaica es producida mediante el almacenamiento de la energía solar dentro de las celdas fotovoltaicas que convierten la radiación y luz solar en energía eléctrica. La primera celda fotovoltaica fue creada por Fritts y tenía una eficiencia del 1 por ciento, actualmente la eficiencia energética supera el 23 por ciento, con celdas multi-unión. Brindan un rendimiento mayor y son una fuente limpia de producción de energía eléctrica que ayuda a detener el calentamiento global y disminuye el consumo de combustibles fósiles. (Huerta & Mata, 2016)

### **Paneles fotovoltaicos**

Las celdas fotovoltaicas se agrupan y conectan en forma de cadena para formar un panel solar, la eficiencia depende del área útil que posee cada Panel solar, de la posición perpendicular con respecto al sol, de la cantidad de paneles conectados en serie y de la capacidad para almacenar energía en baterías, entre otras. (Nieto & Ramos, 2021)

## Módulos Fotovoltaicos

Según (Cañete, 2015) los módulos fotovoltaicos se clasifican de dos formas en las que se encuentran englobados los módulos de lámina delgada y los módulos con células multiunión, entre ellos tenemos:

- d. *Módulos de lámina delgada*, se caracterizan por tener capas extremadamente finas de materiales fotosensibles sobre un sustrato flexible o duro que vendrán a formar parte del módulo, este sustrato puede ser de varios materiales como plástico, vidrio, acero inoxidable, entre otros.
- e. *Módulos de telururo de cadmio*, poseen una mayor absorción y su fabricación es menos compleja además de económica.
- f. *Módulos de silicio amorfo*, son tecnologías pioneras de lámina delgada, tienen una estructura más desordenada, sufren degradación al exponerse a la luz.

## Almacenamiento de la energía

Las baterías acumulan la energía y permiten hacer uso de la potencia necesaria, distribuirla o almacenarla cuando esta se requiera, la vida útil y los costos varían dependiendo del tipo de sistema, del mantenimiento, del usuario y la tecnología con la que fue desarrollada, lo que se busca al almacenar la energía es que sea la mayor cantidad de la misma, que no sea costosa y que permita al usuario utilizar en el momento que lo necesite. (Santillan, 2016)

## Selección de Baterías

Según (Santillan, 2016) las baterías se clasifican de acuerdo al tipo de material de la que están hechas, estas son:

- *Baterías de silicio monocristalino*, son de alta pureza y se fabrican de un único cristal de silicio en forma de cilindro, la eficiencia es mayor al 15 por ciento,

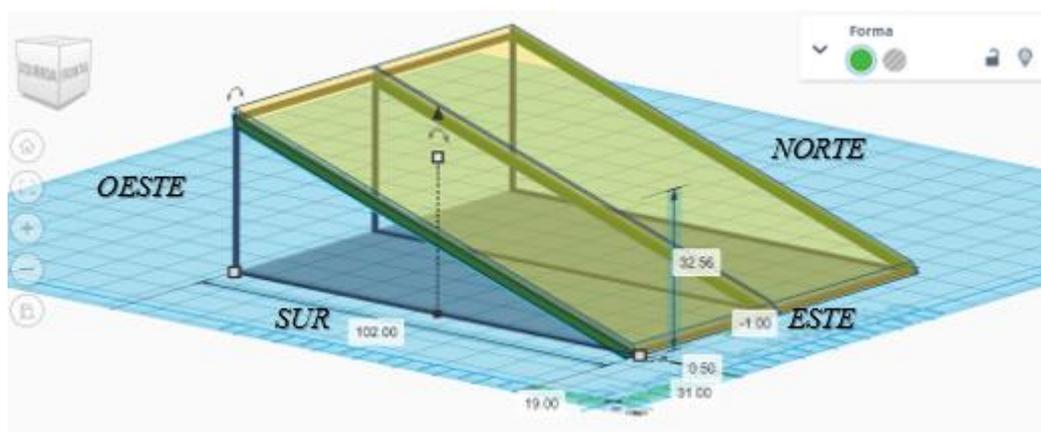
aunque en algunas marcas es mayor al 21 por ciento, además, la vida útil de estas baterías es larga.

- *Baterías de silicio policristalino*, con fabricación menos compleja, es de un precio más accesible, en el proceso pierde menos silicio que el monocristalino, su eficiencia es entre el 13 y 16 por ciento ya que los materiales no son tan puros.
- *Baterías de película o capa fina*, son estructuras microscópicas de Galio, Selenio o Cobre que se alojan en una superficie flexible y que tienen un consumo menor de materia prima con una producción energética mayor, dependiendo del material, una celda de capa fina tiene una eficiencia de entre el 7 y 13 por ciento. Como dato adicional decimos que la degradación de estas celdas es mayor.
- *Baterías esféricas*, son matrices de celular solares esféricas que absorben la radiación solar con cualquier ángulo y puede aprovechar la radiación solar difusa además de la reflejada, la eficiencia de estas celdas puede ser superior al 20 por ciento.
- *Baterías plásticas*, son polímeros que forman una celda flexible, pero su eficiencia es menor a la de los materiales duros.

## Desarrollo

### Diseño en 3D de la estructura

*Diseño TinkerCAD Estructura Fija*



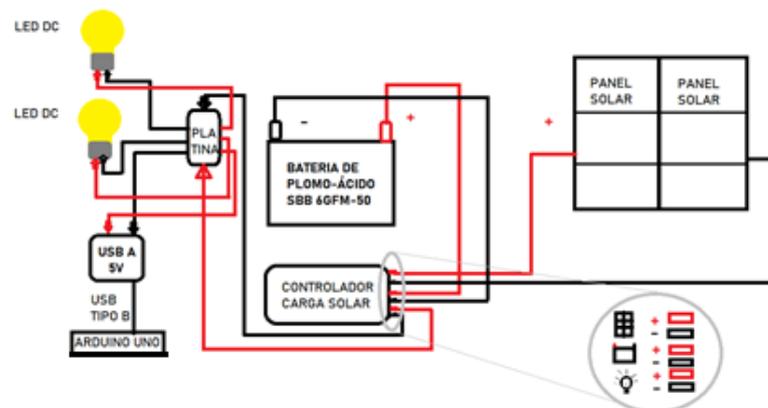
La estructura utilizada para sostener a los paneles solares se realiza en el programa TINKERCAD, es importante tener en cuenta la posición y ángulo de los paneles solares conforme a lo establecido, factores como la posición del sol con

respecto al punto de referencia se toman en cuenta para colocar la estructura fija, es aconsejable colocarla con dirección al Este, con un ángulo de 20 grados con respecto a la superficie donde se colocará la estructura, esta posición favorece a la recepción de energía solar en el transcurso del día. Las dimensiones de la estructura fija se detallan en la tabla 1.

Tabla 1

*Estructura Fija de Paneles Solares*

NOMBRE	TAMAÑO
Longitud del panel solar	102 cm
Ancho del panel solar	67 cm
Espesor del panel solar	3 cm
Angulo cerrado	20°
Angulo recto	90°
Altura estructura	0.37 metros
Longitud estructura	1.34 metros
Ancho estructura	0.96 metros

*Esquema Eléctrico de Conexiones*

Las conexiones de salida de los paneles solares se conectan al controlador solar pwm, positivo y negativo, se necesita cable número 12 para las conexiones establecidas dentro del sistema solar. De la batería de plomo ácido se conectan dos cables uno positivo y otro negativo a sus correspondientes en el controlador de carga solar, para mayor seguridad se visualiza en el controlador un ícono similar a una batería. En la conexión hacia los focos led se utiliza una platina que permite la transmisión de la corriente de 12 voltios hacia los focos y el puerto USB que el sistema posee. Los extremos positivo y negativo van desde el controlador hacia la platina, para luego permitir las conexiones positiva y negativa, para energizar los focos y el puerto USB donde se conectará la placa Arduino.

### **Evaluación**

*Para afianzar los conocimientos se desarrolla la siguiente evaluación.*

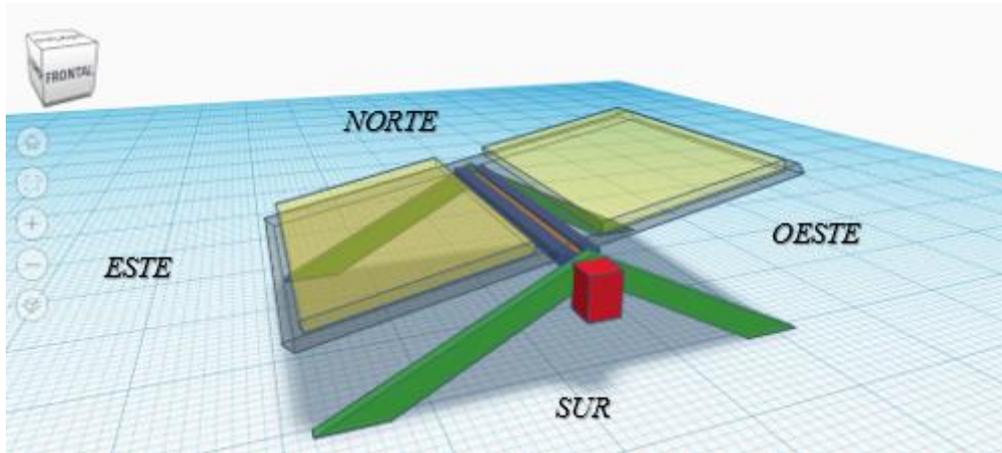
- *Realice el diseño en 3D de la estructura fija para sostener los paneles solares*
- *Conecte los paneles solares de forma correcta a la batería.*
- *Encienda un foco led de 12 voltios.*

**Guía didáctica desarrollada por:** Diego Daniel Paredes Quevedo

**Revisado por:** César Cristian Carrión Aguirre

## GUÍA DIDÁCTICA II

### MODO DE OPERACIÓN DE SEGUIDOR SOLAR CON PANELES SOLARES



### SISTEMA FOTOVOLTAICO CON SEGUIDOR SOLAR Y SU FUNCIONAMIENTO

#### Antecedentes

La presente guía didáctica se desarrolla en el manejo y uso de un sistema solar fijo, mediante experimentación física y análisis de resultados.

Para determinar los aspectos necesarios antes de empezar a utilizar sistemas fotovoltaicos es importante conocer los conceptos básicos y acerca de paneles solares fijos y sus componentes.

#### Conceptos

#### Métodos de Análisis de la Posición Solar

Para tener un conocimiento amplio en el análisis de la posición solar es imprescindible conocer las relaciones astronómicas que existe entre el sol y el planeta tierra, por esta razón se utilizan cálculos referenciales a la geometría solar como la declinación solar, ángulo solar horario, ángulo solar del ocaso, corrección de órbita, elevación solar, entre las más destacadas. (Vera, 2008)

Se utilizan algoritmos y programas digitales que ayudan a determinar con precisión la posición solar y demás variables necesarias a tomar en cuenta para colocar un sistema fotovoltaico. (Vera, 2008)

### **Energía Fotovoltaica**

La energía fotovoltaica es producida mediante el almacenamiento de la energía solar dentro de las celdas fotovoltaicas que convierten la radiación y luz solar en energía eléctrica. La primera celda fotovoltaica fue creada por Fritts y tenía una eficiencia del 1 por ciento, actualmente la eficiencia energética supera el 23 por ciento, con celdas multi-unión. Brindan un rendimiento mayor y son una fuente limpia de producción de energía eléctrica que ayuda a detener el calentamiento global y disminuye el consumo de combustibles fósiles. (Huerta & Mata, 2016)

### ***Paneles fotovoltaicos***

Las celdas fotovoltaicas se agrupan y conectan en forma de cadena para formar un panel solar, la eficiencia depende del área útil que posee cada Panel solar, de la posición perpendicular con respecto al sol, de la cantidad de paneles conectados en serie y de la capacidad para almacenar energía en baterías, entre otras. (Nieto & Ramos, 2021)

### **Módulos Fotovoltaicos**

Según (Cañete, 2015) los módulos fotovoltaicos se clasifican de dos formas en las que se encuentran englobados los módulos de lámina delgada y los módulos con células multiunión, entre ellos tenemos:

g. *Módulos de lámina delgada*, se caracterizan por tener capas extremadamente finas de materiales fotosensibles sobre un sustrato flexible o duro que vendrán a formar parte del módulo, este sustrato puede ser de varios materiales como plástico, vidrio, acero inoxidable, entre otros.

h. *Módulos de telururo de cadmio*, poseen una mayor absorción y su fabricación es menos compleja además de económica.

i. *Módulos de silicio amorfo*, son tecnologías pioneras de lámina delgada, tienen una estructura más desordenada sufren degradación al exponerse a la luz.

### **Almacenamiento de la energía**

Las baterías acumulan la energía y permiten hacer uso de la potencia necesaria, distribuirla o almacenarla cuando esta se requiera, la vida útil y los costos varían dependiendo del tipo de sistema, del mantenimiento, del usuario y la tecnología con la que fue desarrollada, lo que se busca al almacenar la energía es que sea la mayor cantidad de la misma, que no sea costosa y que permita al usuario utilizar en el momento que lo necesite. (Santillan, 2016)

### **Selección de Baterías**

Según (Santillan, 2016) las baterías se clasifican de acuerdo al tipo de material de la que están hechas, estas son:

- *Baterías de silicio monocristalino*, son de alta pureza y se fabrican de un único cristal de silicio en forma de cilindro, la eficiencia es mayor al 15 por ciento, aunque en algunas marcas es mayor al 21 por ciento, además, la vida útil de estas baterías es larga.

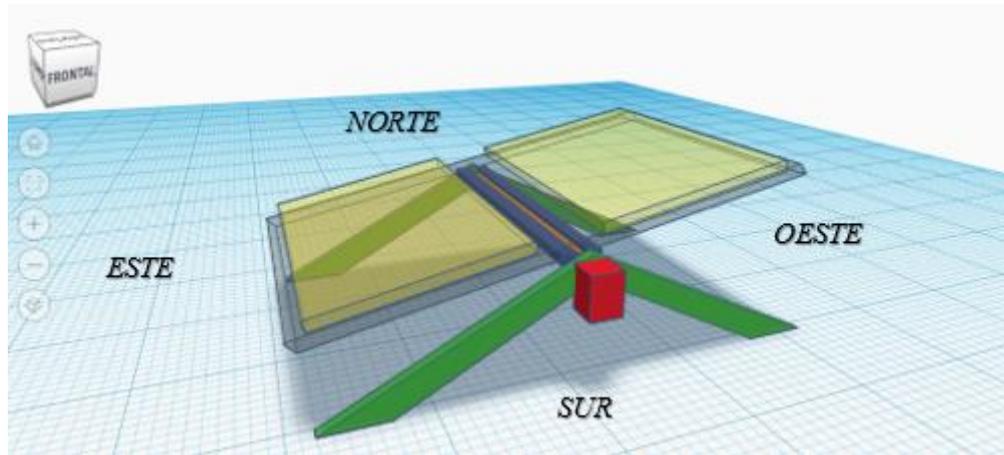
- *Baterías de silicio policristalino*, con fabricación menos compleja, es de un precio más accesible, en el proceso pierde menos silicio que el monocristalino, su eficiencia es entre el 13 y 16 por ciento ya que los materiales no son tan puros.
- *Baterías de película o capa fina*, son estructuras microscópicas de Galio, Selenio o Cobre que se alojan en una superficie flexible y que tienen un consumo menor de materia prima con una producción energética mayor, dependiendo del material, una celda de capa fina tiene una eficiencia de entre el 7 y 13 por ciento. Como dato adicional decimos que la degradación de estas celdas es mayor.
- *Baterías esféricas*, son matrices de celular solares esféricas que absorben la radiación solar con cualquier ángulo y puede aprovechar la radiación solar difusa además de la reflejada, la eficiencia de estas celdas puede ser superior al 20 por ciento.
- *Baterías plásticas*, son polímeros que forman una celda flexible, pero su eficiencia es menor a la de los materiales duros.

## **Seguidores Solares**

El planeta tierra por su forma esférica es un factor determinante al momento de colocar un sistema fotovoltaico, la radiación solar no siempre cae en un ángulo perpendicular al de las celdas solares, por lo tanto, se determina la irradiación máxima y mínima de acuerdo a la geometría de los captadores e inclinación, los mismos que cumplen un rol importante en los seguidores solares, los cuales automatizan el movimiento de los paneles solares para permitir aprovechar de una mejor manera la energía proporcionada por el sol. (Gómez, 2021)

### **Desarrollo**

La estructura para el seguidor solar tiene una disposición de los paneles longitudinalmente con respecto al Este geográfico, esto debido a que con la ayuda del motor se podrá captar mayor energía solar en el transcurso del día. Las dimensiones se detallan en la tabla.

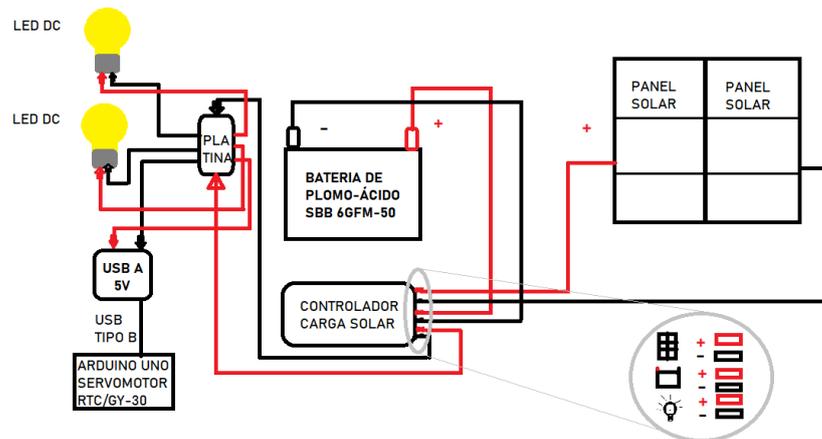


*Estructura de Seguidor Solar*

NOMBRE	TAMAÑO
Longitud del panel solar	102 cm
Ancho del panel solar	67 cm
Espesor del panel solar	3 cm
Angulo abierto	120°
Longitud soporte paneles	1.38 metros
Ancho soporte paneles	1.02 metros
Altura estructura	0.90 metros
Longitud estructura	1.34 metros
ancho estructura	1.08 metros

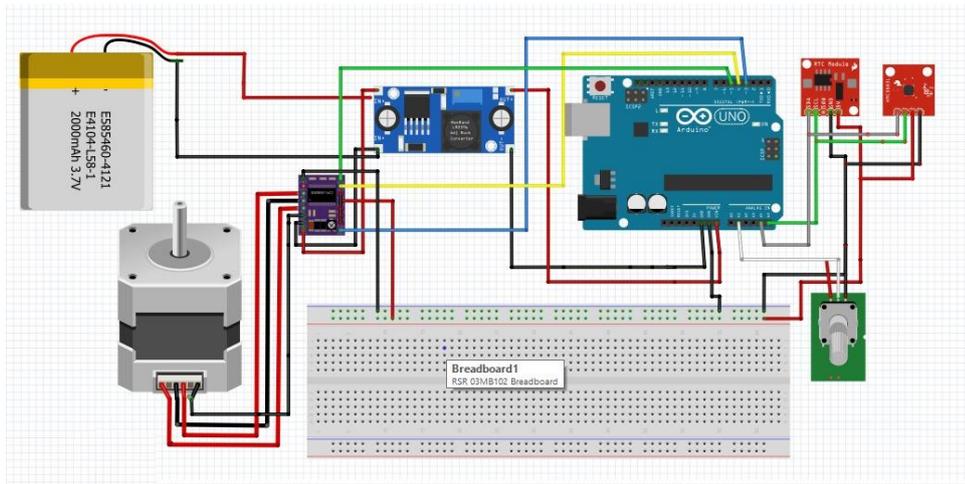
*Esquema Eléctrico de Conexiones*

Las conexiones de salida de los paneles solares se conectan al controlador solar pwm, positivo y negativo, se necesita cable número 12 para las conexiones establecidas dentro del sistema solar. De la batería de plomo ácido se conectan dos cables uno positivo y otro negativo a sus correspondientes en el controlador de carga solar, para mayor seguridad se visualiza en el controlador un ícono similar a una batería. En la conexión hacia los focos led se utiliza una platina que permite la transmisión de la corriente de 12 voltios hacia los focos y el puerto USB que el sistema posee. Los extremos positivo y negativo van desde el controlador hacia la platina, para luego permitir las conexiones positiva y negativa, para energizar los focos y el puerto USB donde se conectará la placa Arduino y el motor paso a paso.



En la figura 21 se muestran las conexiones electrónicas realizadas para el funcionamiento del motor paso a paso que realiza el movimiento de la estructura de seguidor solar, también se evidencia el sensor de luminosidad GY-30 y el reloj a tiempo real RTC DS3231 conectados al microcontrolador Arduino uno.

*Conexiones Circuito electrónico*



Las conexiones del sistema electrónico se deben realizar de forma ordenada y atenta, se dividen en dos instancias:

3. Las conexiones de los módulos RTC 3231 y el sensor de luz GY-30, en donde energizamos VCC y GND a la placa Arduino uno, mientras que SDA y SCL irán conectados a los puertos A4 y A5 respectivamente en la Arduino uno. El potenciómetro se conectará VCC y GND al Arduino uno y la señal se conecta al A1 del Arduino uno.
4. La conexión al motor se energiza mediante driver con 12 voltios conectados en VCC y GND, desde el Arduino uno sale señal desde 3 puertos digitales hacia el driver DVR 8825, el número 3 se dirige al enable, el número 4 a step y el número 5 a dirección. Además, los 4 cables que salen del motor se conectan a A1 y A2, B1 y B2, para realizar el movimiento de dos direcciones.

### Evaluación

*Para afianzar los conocimientos se desarrolla la siguiente evaluación.*

- *Realice el diseño en 3D de la estructura móvil para sostener los paneles solares*
- *Conecte los paneles solares de forma correcta a la batería, luego conecte correctamente los componentes electrónicos a la placa Arduino uno.*

**Guía didáctica desarrollada por:** Diego Daniel Paredes Quevedo

**Revisado por:** César Cristian Carrión Aguirre

## 14.9 Certificado de aprobación Abstract



CERTF. N°. 012-RH-ISTS-2022  
Loja, 28 de Octubre de 2022

El suscrito, Lic. Ricardo Javier Herrera Morillo., **DOCENTE DEL ÁREA DE INGLÉS - CIS DEL INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO "SUDAMERICANO"**, a petición de la parte interesada y en forma legal,

### C E R T I F I C A:

Que el apartado **ABSTRACT** del Proyecto de Investigación de Fin de Carrera del señor **PAREDES QUEVEDO DIEGO DANIEL** estudiante en proceso de titulación periodo Abril – Noviembre 2022 de la carrera de **ELECTRONICA**; está correctamente traducido, luego de haber ejecutado las correcciones emitidas por mi persona; por cuanto se autoriza la presentación dentro del empastado final previo a la disertación del proyecto.

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

*English is a piece of cake!*

Lic. Ricardo Javier Herrera Morillo.  
**DOCENTE DEL ÁREA DE INGLÉS ISTS - CIS**

CHECKED BY  
Lic. Ricardo Herrera  
ENGLISH TEACHER  
DATE: