

TECNOLÓGICO UNIVERSITARIO

VIDA NUEVA

SEDE MATRIZ



TECNOLOGÍA SUPERIOR EN ELECTROMECAÁNICA

TEMA

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA EL
SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA A LOS SERVIDORES DE LA EMPRESA**

SISCOM

PRESENTADO POR

ALMACHI GUANOLUISA DARWIN XAVIER

TUTOR

ING. RUÍZ GUANGAJE CARLOS RODRIGO MG.

FECHA

AGOSTO 2023

QUITO – ECUADOR

Tecnología Superior en Electromecánica

Certificación del Tutor

En mi calidad de Tutor del Proyecto de Aplicación Práctica con el tema: “Diseño e implementación de un sistema fotovoltaico para el suministro de energía eléctrica a los servidores de la empresa SISCOM”, presentado por el ciudadano Almachi Guanoluisa Darwin Xavier, para optar por el título de Tecnólogo Superior en Electromecánica, certifico que dicho proyecto ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del tribunal examinador que se designe.

En la ciudad de Quito, del mes de agosto de 2023.

Tutor: Ing. Ruiz Guangaje Carlos Rodrigo Mg.

C.I.: 0604030635

Tecnología Superior en Electromecánica

Aprobación del Tribunal

Los miembros del tribunal aprueban el Proyecto de Aplicación Práctica, con el tema: “Diseño e implementación de un sistema fotovoltaico para el suministro de energía eléctrica a los servidores de la empresa SISCOM”, presentado por el ciudadano Almachi Guanoluisa Darwin Xavier, facultado en la carrera Tecnología Superior en Electromecánica.

Para constancia firman:

Ing.

C.I.:

DOCENTE TUVN

Ing.

C.I.:

DOCENTE TUVN

Ing.

C.I.:

DOCENTE TUVN

Ing.

C.I.:

DOCENTE TUVN

Tecnología Superior en Electromecánica

Cesión de Derechos de Autor

Yo, Almachi Guanoluisa Darwin Xavier portador de la cédula de ciudadanía 0550107601, facultado en la carrera Tecnología Superior en Electromecánica, autor de esta obra, certifico y proveo al Tecnológico Universitario Vida Nueva usar plenamente el contenido de este Proyecto de Aplicación Práctica con el tema “Diseño e implementación de un sistema fotovoltaico para el suministro de energía eléctrica a los servidores de la empresa SISCOM”, con el objeto de aportar y promover la cultura investigativa, autorizando la publicación de mi proyecto en la colección digital del repositorio institucional, bajo la licencia Creative Commons: Atribución-NoComercial-SinDerivadas.

En la ciudad de Quito, del mes de agosto de 2023.

Almachi Guanoluisa Darwin Xavier

C.I.: 0550107601

Dedicatoria

Estoy agradecido a las personas que confiaron en mí a pesar de los errores que uno como persona comete día a día, pero creo que es esencial el poder experimentar la sensación de fracaso para poder superarse. Agradezco a mi familia por hacerme creer en mis habilidades y destrezas y que junto a ellos pude alcanzar mis logros de forma afable.

Agradecimiento

Mi agradecimiento va para los docentes que pusieron en mi un grano de conocimiento donde cada uno de ellos fue una fortaleza y experiencia para aprender nuevas cosas cada día, también un agradecimiento para mis padres que tuvieron que apoyarme en todo instante para poder continuar mis estudios de nivel superior y poder ser la persona que soy en la actualidad y agradezco a la institución que me aportó el conocimiento necesario para ser un profesional responsable en el área que me he desempeñado.

Tabla de Contenido

Resumen	9
Abstract	10
Introducción	11
Antecedentes	13
Justificación	15
Objetivos	16
Objetivo General	16
Objetivos Específicos	16
Marco Teórico	17
Electricidad	17
Generación y producción de electricidad	18
Tendido eléctrico	19
Generación eléctrica por medio de energía renovables	20
Inversor fotovoltaico	23
Eficiencia de inversores para sistemas fotovoltaicos	25
Banco de baterías para sistemas fotovoltaicos	25
Regulador fotovoltaico	26
Paneles solares	27
Sistemas de energía eléctrica fotovoltaicos	32
Seguridad y mantenimiento	35
Diseño de un sistema fotovoltaico	36
Cálculo de la potencia consumida	37

	8
Cálculo y dimensionamiento del sistema fotovoltaico	37
Radiación solar mundial	38
Energía total del consumo	39
Corriente del regulador de carga	40
Capacidad de batería	40
Metodología y Desarrollo del Proyecto	41
Propuesta	50
Conclusiones	57
Recomendaciones	58
Referencias	59
Anexos	64

Resumen

Se presenta a continuación el proyecto por tema diseño e implementación de un sistema fotovoltaico cuya finalidad es proporcionar un suministro continuo de energía eléctrica a los servidores de red de la empresa SISCOM S.A para aprovechar la radiación solar y contribuir al uso de energía renovables. Se realiza una presentación sobre la infraestructura de instalación del sistema mecánico, soportes y vigas con estructuras metálicas, también el sistema eléctrico y de control, el cual pueda brindar la seguridad y autonomía a los servidores de red y demás receptores que se encuentran interconectados con las instalaciones eléctricas para su buen desempeño de la infraestructura ubicados en la parroquia San Buenaventura de la ciudad de Latacunga provincia de Cotopaxi, contará con un diseño asistido por computadora y gestión de información de los servidores en tiempo real. El sistema fotovoltaico consta de una etapa de generación donde se aprovecha los fotones provenientes del sol para hacer circular una corriente eléctrica en los semiconductores del panel solar, así como la etapa de acumulación donde se almacenará la energía de manera que contribuirá al ahorro en la planilla de luz reduciendo el consumo eléctrico en la empresa. El sistema fotovoltaico se diseñará de acuerdo a parámetros y variables cuantificables que son tomadas del sistema meteorológico virtual denominado Meteonorm donde en función de gráficas y diagramas solares se implementará el proyecto en las instalaciones de la compañía, pues se pretende que todo el sistema de generación y acumulación funcione de acuerdo a parámetros de seguridad y eficiencia eléctrica.

Palabras Clave:

SISTEMA FOTOVOLTAICO, RADIACIÓN SOLAR , CONSUMO ELÉCTRICO, ENERGÍA RENOVABLE, SERVIDORES RED

Abstract

The project is presented below by topic design and implementation of a photovoltaic system whose purpose is to provide a continuous supply of electricity to the network servers of the company SISCO S.A. to take advantage of solar radiation and contribute to the use of renewable energy. A presentation is made on the installation infrastructure of the mechanical system, supports and beams with metal structures, also the electrical and control system, which can provide security and autonomy to the network servers and other receivers that are interconnected with the electrical installations for their good performance of the infrastructure located in the parish San Buenaventura in the city of Latacunga, province of Cotopaxi., will have a computer-aided design and real-time server information management. The photovoltaic system consists of a generation stage where the photons coming from the sun are used to circulate an electric current in the semiconductors of the solar panel, as well as the accumulation stage where the energy will be stored in such a way that it will contribute to savings in the electricity bill by reducing the company's electricity consumption. The photovoltaic system will be designed according to parameters and quantifiable variables that are taken from the virtual meteorological system called Meeonorm where, based on solar graphs and diagrams, the project will be implemented in the company's facilities, since it is intended that the entire generation and accumulation system works according to safety and electrical efficiency parameters.

Keywords:

PHOTOVOLTAIC SYSTEM, SOLAR RADIATION, ELECTRICITY
CONSUMPTION, RENEWABLE ENERGY, NETWORK SERVERS

Introducción

Las exigencias medioambientales por una parte y el alto índice de medios tecnológicos que se tiene a disposición son factores importantes en la aplicación de energías renovables con la finalidad de optimizar recursos y disminuir los gases de efecto invernadero. La necesidad de aportar proyectos en beneficio de la sociedad ha sido crucial por lo que en un caso particular se pone a conocimiento un proyecto capaz de diseñar e implementar un sistema fotovoltaico en una empresa de carácter comercial. Es de conocimiento público que existen formas de generación de energía la cual no genera ningún impacto ambiental, una de ellas es la energía solar que puede ser aprovechada por dispositivos denominados paneles solares que pueden captar la energía solar en función de las dimensiones del panel y la magnitud de la luz solar, la autonomía que brinda dichos dispositivos depende también del mantenimiento durante su ciclo de vida útil, pues es importante para conservar los distintos elementos en un espacio limitado dado que se mantengan funcionales dentro de la instalación para evitar daños y perjuicios reduciendo la eficiencia eléctrica del panel.

Christine Lins et al. (2015) en el artículo presentado a la ONU hace mención de las consecuencias del uso de energías limpias o renovables en la efectividad energética mundial y aclara el auge en los últimos años donde ha existido un aumento exponencial en el uso de energías renovables, tal es el caso de usar un método para producir energía eléctrica a través sistemas fotovoltaicos para satisfacer las necesidades energéticas y contribuir al uso de energías limpias a nivel mundial debido a la contaminación ambiental. (párr. 3) Un diseño enfocado a la implementación de paneles solares debe contar con un sistema generador y acumulador capaz de proveer autonomía al centro de consumo eléctrico, con el diseño eléctrico se espera la correcta disposición de los

dispositivos involucrados en la instalación y con la implementación se quiere garantizar el buen funcionamiento y abastecimiento eléctrico de todos los servidores red para canalizar eficientemente el flujo de energía hacia los receptores.

En la página de la Empresa Eléctrica Provincial de Cotopaxi aclara que el suministro de energía eléctrica es algo imprescindible en el desarrollo social, la provincia de Cotopaxi se caracteriza por un alto nivel de consumo energético en las diferentes actividades de carácter residencial y comercial principalmente, en función de aquello se reconoce que las diferentes actividades sociales en los últimos años ha tenido una gran demanda en el consumo de energía eléctrica, es por ello que la corporación de electricidad de la provincia de Cotopaxi tiene ciertos inconvenientes al dotar de electricidad a todos los consumidores dando problemas de apagones y demás situaciones que pueden afectar en cierta medida las actividades sociales y comerciales que se llevan a cabo en la región. El estudio para la implementación de dicho proyecto será evaluado en la empresa que presta servicios de internet y fibra óptica, por lo tanto, el diseño tiene que contar con medidas que garanticen la autonomía y seguridad de los aparatos que se encuentran comprometidos en la prestación de servicios de internet. (Empresa Eléctrica de Cotopaxi ELEPCO. 2022)

En esta propuesta de generación eléctrica a través de paneles solares se pone en detalle las partes en la que se estructura la investigación: como primer punto se realizará un estudio que va de lo particular a lo general para sistematizar distintos campos y entrar en detalle en cada uno de ellos dentro del marco teórico, se describirá las fases que conforman un sistema de generación de energía eléctrica.

Antecedentes

La implementación de paneles solares ha venido dándose con mayor magnitud durante la revolución tecnológica de los chips que se dieron gracias al descubrimiento de los elementos semiconductores y viéndose su importancia se procedió a desarrollar numerosas aplicaciones en el campo de las energías renovables. La razón por la que los paneles son importantes es debido a que estos son utilizados en el campo de la energía limpia, en los últimos años se ha tomado en cuenta la responsabilidad de cuidar el medio ambiente y reducir las emisiones de dióxido de carbono hasta el punto de crear políticas para hacer cumplir en cada región del mundo. (Velasco, 2018)

Los paneles solares se han utilizado desde mediados del siglo XVIII. Los primeros paneles solares funcionaban a base de calor, pero no producían electricidad. El primer panel solar moderno fue inventado por un inventor de origen estadounidense Charles Fritts en 1883. Desde entonces, los paneles solares se han mejorado mucho y ahora se usan para generar electricidad limpia y sostenible. Ahora, cuando se habla de la revolución tecnológica se hace referencia a la rapidez con la que los avances tecnológicos han cambiado cómo vivimos, trabajamos, jugamos y nos comunicamos. Esta revolución tecnológica ha creado nuevas industrias y ha transformado nuestras vidas radicalmente en el último siglo. Algunos de los mayores avances tecnológicos de la revolución tecnológica incluyen computadoras, internet, teléfonos inteligentes y dispositivos.

Años más tarde se descubrieron elementos como el silicio que hacían posible la creación de los semiconductores, los semiconductores fueron descubiertos por primera vez en el siglo XIX por el físico alemán Karl Ferdinand Braun, quien descubrió que ciertas sustancias podían conducir la corriente eléctrica con una resistencia variable. Esto abrió la puerta para el descubrimiento de los semiconductores, que son materiales con propiedades que les permiten

conducir la corriente eléctrica cuando se les suministra suficiente energía, tiempo después los semiconductores se han convertido en la base de la tecnología moderna. (Humberto, 2021)

Los sistemas fotovoltaicos son sistemas de energía renovable basados en la conversión de luz solar en electricidad. Estos sistemas se han utilizado desde principios de 1900, cuando se desarrollaron los primeros dispositivos para convertir la luz solar directamente en energía eléctrica. Desde entonces, los sistemas fotovoltaicos han evolucionado para ser más eficientes y fiables, y ahora se usan para un determinado fin el cual puede ser la utilización en diversos lugares para producción de la energía eléctrica.

En el plan maestro de electrificación 2013-2022 creado por el Consejo Nacional de Electricidad (CONELEC) hace alusión a que el sector eléctrico es considerado uno de los más importantes entes en el desarrollo social, se caracteriza por ser un sector estratégico, es por ello que manejar adecuadamente los recursos energéticos es de suma importancia y en ciertas condiciones se considera de carácter público. Las distintas regulaciones que se han tomado en cuanto al sector energético es que la decadencia del sistema de hidrocarburos atraviesa por ciertas etapas de inestabilidad económica e indiscutiblemente se necesita optar por opciones alternativas como lo son el uso de energías renovables, esto abre posibilidades de nuevas formas de usar y generar energía para compensar las deficiencias de la forma convencional, es conocido también que se prevé altas tasas de crecimiento en los futuros años para este tipo de proyectos los cuales involucran empleo para personal calificado y mano de obra garantizada. (p.32)

Justificación

El diseño e implementación de un sistema eléctrico fotovoltaico se llevará a cabo en las instalaciones de la empresa SISCOM S.A para dotar de energía eléctrica a los servidores de red con los que cuenta la compañía, el proyecto es significativo porque se prevé ahorros económicos a mediano plazo y además en materia de impacto ambiental se estaría proyectando como una empresa que contribuye al uso de la energía limpia y maneja eficientemente los recursos que tiene a disposición.

Los beneficios que proporcionará la aplicación de este sistema serán los de poder contar con una cierta autonomía propia al proporcionar energía eléctrica a los dispositivos eléctricos que cuenta la compañía evitando la dependencia total de la Empresa Eléctrica de Cotopaxi quien es la principal entidad pública que adjudica el transporte de energía eléctrica a todos los hogares y establecimientos en Latacunga. Los principales beneficiarios serán los clientes que mantienen un contrato con SISCOM debido a que la empresa brinda el acceso a Internet por medio del alojamiento de datos en sus servidores, dado que en el sector es muy frecuente los apagones, la aplicación de la tecnología solar será de mucha ayuda para evitar que los cortes de internet sean frecuentes.

Es viable dotar de autonomía total a los equipos para brindar una garantía y satisfacción al cliente. La utilidad será el poder contar con un sistema fotovoltaico que permita brindar una conexión instantánea al sufrir cortes de energía; es útil mencionar que la empresa cuenta con un sistema generador a base de combustible, sin embargo, para minimizar el impacto ambiental se ha visto ventajoso el aprovechamiento de energías renovables, por lo tanto sería factible aprovechar la energía del sol que se presenta durante más de 10 horas diarias, la investigación permitirá conocer los beneficios del uso de celdas solares en los equipos de internet y redes.

Objetivos

Objetivo General

Implementar un sistema fotovoltaico para el suministro de energía eléctrica a los servidores de la empresa SISCOM.

Objetivos Específicos

- Investigar el aprovechamiento de las energías renovables para la aplicación de paneles solares en la actualidad
- Desarrollar las conexiones eléctricas del sistema fotovoltaico para permitir la generación de electricidad a los equipos de consumo
- Ejecutar las pruebas de funcionamiento del sistema fotovoltaico para los servidores de la empresa SISCOM

Marco Teórico

Electricidad

La electricidad es un término amplio que abordan diversos autores en la materia, Seippel define la electricidad como “el movimiento de electrones dentro de un conductor, el concepto que le da es de tipo dinámico por lo que también se le da por nombre electricidad dinámica, los conductores tiene una definición particular puesto que son materiales por los que circula la energía eléctrica” (Seippel, 2021, p. 10), en otras palabras, este flujo de electrones o de igual manera llamado flujo de corriente se transfiere fácilmente por los materiales conductores.

El término hace referencia también a un fenómeno físico por el cual siempre ha existido en la naturaleza, desde su descubrimiento, numerosos protagonistas y profesionales del área de la electricidad han dado uso y aplicaciones a dicho fenómeno. Es tal el caso que en la revista científica de Zambrano, L. (2020) titulado como Modelamiento del comportamiento de máquinas eléctricas hace mención de varios avances tecnológicos a partir de la revolución industrial donde científicos dieron importantes pasos como la aplicación de motores eléctricos y fuentes de iluminación en instalaciones y sistemas electromecánicos (p. 4), se considera que hoy en día la electricidad no solamente es un recurso a disponibilidad de la élite, sino a uso de la población general, pues en la actualidad no se considera a la electricidad como un lujo sino más bien como una necesidad para el ser humano debido a que está presente en las actividades cotidianas de cada una de las personas que se encuentran ejerciendo alguna actividad laboral, o simplemente una actividad de ocio como se puede observar al encender dispositivos electrónicos como el celular o la televisión.

La electricidad se encuentra activamente en la mayoría de las actividades cotidianas que realiza el ser humano y se presenta como un recurso imprescindible para el desarrollo social y

económico pues ayuda que las cosas que antes no eran posibles ahora se logren gracias a su generación y producción.

Generación y Producción de Electricidad

La generación de energía eléctrica se da a través de dispositivos denominados turbinas que gracias a un sistema mecánico complementario permite el movimiento de hélices para generar electricidad a través del giro rotatorio de dinamos, esto se realiza utilizando como fuente primaria las caídas de agua que son recursos hídricos, en el siguiente tipo de sistema se adapta la turbina que previamente ha sido diseñada para la funcionalidad requerida, además el conjunto de turbinas acopladas en un sistema electromecánico permite la generación de energía eléctrica en mayor magnitud por lo que al tener más turbinas se obtiene mayor potencia eléctrica en el sistema. (Silva, 2017, p. 6).

La generación no solamente se genera a través de fuentes hídricas sino también a través de fuentes solares que es el uso de energía lumínica para producción de energía solar, otra fuente de energía eléctrica es la que se da por combustión de fósiles, pues esta ha venido siendo el combustible prioritario desde la primera revolución industrial ya que se aprovecha la energía térmica, en la actualidad ya no se opta mucho por este tipo de energía debido a que emite demasiados gases contaminantes al ambiente y en la actualidad existe normativas que instan a paliar el uso de esta obtención por medio de combustibles fósiles. Por medio de la generación de electricidad se insta a satisfacer las necesidades de pequeñas y grandes comunidades en donde este recurso no esté disponible.

Posteriormente a la generación existen pasos para que la electricidad pueda llegar a su destino para brindar dichas necesidades a la población, este proceso es la producción, lo que este proceso significa es que la electricidad tiene que pasar por diversas técnicas para la

transformación de la misma como fuente de energía eléctrica, una primera etapa después de la generación es la transmisión donde va a parar a subestaciones de transmisión para bajar el voltaje por el que recorre en las líneas de alta tensión, por consiguiente se realiza la distribución para distribuir a los hogares, residencias y lugares donde se utilice la energía eléctrica.

Tendido Eléctrico

Las operaciones de tendido eléctrico se caracterizan por una elevada intervención manual de los trabajadores, que requiere de materiales y mano de obra por la cual es importante realizar una gestión del sistema eléctrico a considerar en distintas actividades eléctricas. (Proenza, 2022, p. 1). Está claro que el tendido eléctrico va en función del plano eléctrico a implementar en algún tipo de infraestructura, sin embargo, es trascendental considerar el espacio en metros cuadrados necesarios para realizar el tendido. Un paso importante es poner de manifiesto los requerimientos de la instalación, es por ello importante que en este tipo de pasos se realiza una cuantificación de valores para implementar en el proyecto de energía solar, está claro que el sistema tiene que prever fallos por lo que los cables se encuentran expuestos al aire libre y esto puede ocasionar problemas siempre y cuando el cable no cumpla con las normativas establecidas para conductores en exposición al medio.

Un sistema eléctrico debe mantener ciertos requisitos en el entorno a nivel tal y como la selección de un material adecuado para las instalaciones, este material necesita acoplarse correctamente a los conductores para mantener fijación y estabilidad a los conductores, los conductores de electricidad son cables presentes en las instalaciones donde permite el flujo de corriente para el funcionamiento de los distintos dispositivos y sistemas receptores que se encuentran dentro de la infraestructura, la resistencia es un factor importante pues siempre está presente en mayor o menor proporción, aquella magnitud es la impedancia que tiene el sistema

para oponerse al flujo de electrones en un material ,sin estas características la corriente no podría generarse en un medio específico dentro de un conductor. Un correcto tendido eléctrico se pone en evidencia cuando se respetan los diseños establecidos en el plano debido a que ya han pasado por un riguroso análisis técnico. (Proenza, 2022, p. 5)

Generación Eléctrica por medio de Energía Renovables

En el ámbito práctico se considera que la electricidad tiene una demanda considerable en el aspecto social y comercial mayormente, la generación de electricidad tiene sus orígenes en distintas fuentes, se toma a la energía como principal magnitud derivada en la explicación de los fenómenos físicos. (Beltrán, 2017, p. 1)

La producción de energía eléctrica se da mediante las distintas técnicas de generación, sin embargo, en el estudio se pretende ir redactando los conceptos particulares y generales más importantes y no redundar en la información. Por lo tanto, se puede clasificar en energías renovables y no renovables.

Las energías renovables son aquellas que pueden regenerarse en un determinado tiempo, entre ellas se encuentran la energía solar, la biomasa, la eólica, la geotérmica, la hidroeléctrica. Las principales características de este tipo de energía es que son fuentes ilimitadas de la misma hasta donde se conoce, se podría mencionar que tiene un tiempo de regeneración mucho más rápido que el del consumo. Beltrán (2017) sigue mencionando que acorde a su investigación, la misma se centra en la utilización de este tipo de energía, pues la solar se encuentra dentro de esta clasificación, se estima por lo tanto el uso de la fuente lumínica para generar electricidad por medio de paneles solares que funcionan como colectores para el aprovechamiento solar. (p.17)

Las energías no renovables contrario a las energías renovables son aquellas que no pueden regenerarse tan pronto, es por ello que se trata de disminuir en cierto grado el uso de

estas porque emiten dióxido de carbono para su producción y generación de energía, aquellas energías son la nuclear, aquellas que vienen del carbón y el gas.

Pese a que este tipo de energías son una fuente eficiente, son aquellas las que generan gases de efecto invernadero en grandes proporciones cuando se toma en cuenta todas las centrales que participan de la misma. Beltrán (2017) añade Los procesos de producción y transportación son controlados y monitorizados lo que permite abaratar costos en general, además las energías no renovables se agotan debido a que sus fuentes de energía son limitadas por lo que al acabarse no podría atender el consumo a nivel mundial. (p. 18)

Figura 1

Principales fuentes de energía renovable en la actualidad



Nota. La figura muestra las dos principales fuentes de energía renovable en la actualidad. Adaptado de World Energy Trade por worldenergytrade. 2017 (worldenergytrade.com)

Hoy en día se hace imprescindible crear medidas ambientales que contrarresten los efectos de los gases de efecto invernadero que se generan a partir de la contaminación ambiental dadas por muchos factores. En vista de que es necesario la utilización de ciertas cosas que generan contaminación ambiental se ha visto claramente aceptado por la comunidad científica el

uso de aparatos de generación de energía eléctrica para la disminución de energías no renovables.

De hecho, se ha visto como los países que se preocupan por el cambio energético han tratado de implementar políticas para intentar paliar la contaminación ambiental de manera que disminuyan poco a poco las emisiones de gases de efecto invernadero. Con ello pues se trata de incentivar a las empresas a utilizar los denominados sistemas fotovoltaicos. (Mogrovejo, 2020)

Sistema Fotovoltáico

El sistema fotovoltaico es un conjunto de dispositivos que se encuentran conformados por un generador formado por semiconductores denominado también generador fotovoltaico, un regulador de control o regulador de carga, el inversor que es el aparato que hace el paso de la corriente directa a alterna, un indicador de consumo de electricidad y una batería. Los sistemas fotovoltaicos almacenan energía en la batería a través de los paneles solares, los paneles solares atrapan los fotones del sol donde por medio de la tecnología de los semiconductores transforman esa energía lumínica en energía eléctrica, la energía eléctrica puede ser medida en los bornes del panel solar por medio de un voltímetro.

Los sistemas fotovoltaicos tienen un módulo electrónico el cual es un dispositivo central para la comunicación de los demás receptores que ayudarán en el proceso de generación de energía fotovoltaica, ya se ha mencionado que estos sistemas utilizan varios componentes para poder hacer efectivo la generación de electricidad, la importancia en ello radica en que, si alguno de estos elementos se destruye o se corrompe, el sistema de seguro no funcionará correctamente. (Parrado, 2021) (p. 25)

Los consumos o cargas del sistema fotovoltaico pueden ser luminarias, acumuladores externos, televisores, cámaras de videovigilancia, etc., estos elementos pueden ser tanto en

corriente directa como alterna. Es importante además medir los niveles de voltaje y corriente dentro de la residencia o infraestructura para determinar la potencia eléctrica y de esa forma se pueda dimensionar el sistema fotovoltaico. (p. 28)

Inversor Fotovoltaico

Un inversor de red es un dispositivo que convierte la tensión continua que generan los paneles solares en corriente alterna apta para sistemas de iluminación y elementos de la red monofásica. En el mercado existen distintos tipos de inversores clasificados en relación a la instalación eléctrica que se vaya a efectuar. (Baselga, 2019)

Por otro lado, Miranda, L. (2021) define al inversor como: El encargado de transformar el parámetro de voltaje continuo procedente de los paneles solares a alterno para un sistema fotovoltaico a una frecuencia nominal de 60 Hz. (p.24)

Figura 2

Inversor



Nota. En la figura se observa un inversor de voltaje el cual se utiliza en los sistemas fotovoltaicos.

Adaptado de Sistemas Fotovoltaicos por Miranda, L. 2021

En la web de Imeon Energy. (2020) se menciona la existencia de inversores del tipo híbridos que permiten el uso de paneles solares, banco de baterías y un suministro externo de energía para alimentación de las cargas que tenga la infraestructura, los inversores híbridos ON GRID o llamados también inversores en red, estos inversores tienen una conexión hacia un generador o hacia la red, estos conectores sirven para conectar un banco de baterías y una salida de 120V, una primera situación es cuando se tiene un panel fotovoltaico que genera más que el consumo del receptor o la carga generada, el inversor toma la energía de los paneles para dar energía a las demás cargas que sobra, esto con la finalidad de recargar la batería. (p. 2)

En la siguiente situación el consumo de las cargas se obtiene mediante la potencia de los paneles, entonces el inversor inteligente toma energía del panel y la energía del banco de baterías si lo requiere para que los receptores en ausencia de energía puedan quedarse sin funcionamiento, esto permite la autonomía de los distintos dispositivos que se conectan en parte de la energía de, la cantidad de energía eléctrica de los paneles va prioritariamente al banco. (p. 5)

Figura 3

Inversor híbrido



Nota. Se observa un inversor de voltaje híbrido el cual es utilizado en los sistemas fotovoltaicos.

Adaptado de inversores Powest por Equipo Powest 2020

Eficiencia de Inversores para Sistemas Fotovoltaicos

Los inversores contienen en su placa por lo general el nombre del fabricante datos como la potencia nominal de funcionamiento, voltaje, corriente de entrada y el rendimiento.

Mogrovejo, W. (2020) hace mención del rendimiento de los inversores con cargas resistivas, estos valores por lo tanto tienen que ser mayores a los mostrados en la siguiente tabla.

Tabla 1

Eficiencia de inversores

Inversor	Potencia	Rendimiento al 20 % de la potencia nominal	Valor Total
Onda senoidal	Menor 500VA	>80%	>70%
Onda no senoidal	Mayor 500VA	>85%	>80%

Nota. La tabla muestra la eficiencia de los inversores en base a la onda senoidal y la no senoidal.

Adaptado de <https://dspaceucuenca.edu.ec> por Mogrovejo, W. 2020

Banco de Baterías para Sistemas Fotovoltaicos

Las baterías son elementos acumuladores de energía que permiten almacenar energía eléctrica, Según Sunfields, J. (2017) menciona que: las baterías son una de las partes que sufren un desgaste considerable de energía debido a factores como el medio ambiente y las descargas procedentes por las descargas eléctricas. Existen distintos tipos de baterías para paneles solares.

- **Baterías de Plomo Ácido:** Sunfields, J. (2017). “En particular, contienen seis compartimentos separados por láminas metálicas, pero se encuentran conectados en

- serie que están sumergidos en ácido sulfúrico para crear una reacción química al igual que una celda galvánica”. (p.21)
- **Baterías de Gel:** Sunfields, J. (2017) . “Contienen el electrolito gelificado y al estar selladas no desprenden gases nocivos por lo que podría instalarse en un lugar con poca ventilación. Puede tener ciclos de descarga profundos con hasta 800 ciclos de vida, se caracteriza por ser una batería de mayor durabilidad comparada con las demás”. (p.22)
 - **Baterías Estacionarias:** Sunfields, J. (2017). “Estas baterías se caracterizan porque se mantienen cargadas constantemente debido al constante flujo de corriente que mantienen a través del sistema incorporado. Contienen un regulador que alimenta el consumo y que recarga la batería cuando se produce una descarga”. (p.23)
 - **Baterías de Litio:** Sunfields, J. (2017). “Las baterías de litio se cargan más rápido que otros tipos, ofrecen más densidad energética y cuentan con una mayor vida útil, cuentan además con una tecnología que va en crecimiento por lo que siempre van a existir mejoras en cuanto a la composición por la que están hechas”. (p.24)

Regulador Fotovoltaico

El regulador de carga es considerado como el dispositivo que mantiene en niveles correctos el voltaje de carga y descarga de los paneles solares hacia el sistema de conexión eléctrica que alimenta a los receptores y demás cargas de la infraestructura. A su vez la funcionalidad que realiza el regulador de carga es disminuir el voltaje cuando se encuentra en potencia máxima, es decir cuando la radiación proveniente del sol llega al límite de admisión de energía lumínica medida en lúmenes por segundo. Este aparato entonces permite también la protección de los dispositivos que se interconectan con el sistema fotovoltaico en cuestión.

Los controladores de carga tienen 3 salidas de conectores que por lo general van hacia las cargas, hacia la batería y hacia la salida del conjunto de paneles solares instalados, mediante una pantalla digital se pueden visualizar los valores de carga. (Planas, 2018, p. 15)

Figura 4

Regulador de carga



Nota. La figura muestra el regulador de carga usado en los sistemas fotovoltaicos. Adaptado de Sistemas Fotovoltaicos por Miranda, L. 2018

Paneles Solares

Los paneles solares son dispositivos que atrapan la energía eléctrica que proviene de la radiación solar, estos están conformados por semiconductores internos que permiten el paso de corriente directa como también lo impiden en ciertos casos. Los materiales que se utilizan son principalmente el silicio, este elemento tanto como el germanio son utilizados para la producción

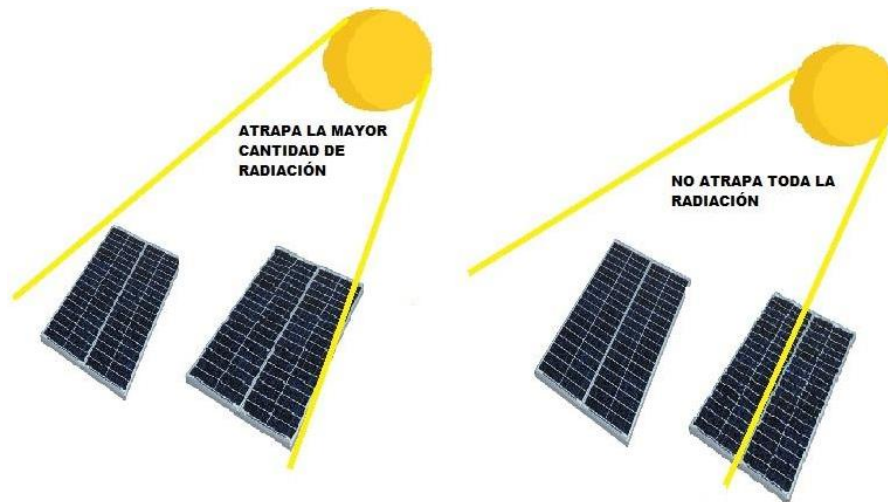
de energía eléctrica. Los paneles solares transforman la energía eléctrica de corriente directa en corriente alterna por medio de inversores.

En la actualidad existen diversos tipos de materiales con los que se fabrican los paneles solares, la diferencia en ellos radica en que cada uno de estos se seleccionan para mejorar la eficiencia eléctrica en cada panel. Por lo que muchas investigaciones se han realizado al respecto para mejorar este parámetro y lograr optimizar el uso de recursos y energía para la obtención de la misma. (Morillo, 2022, p. 22)

Algo interesante dentro del estudio de las celdas solares es conocer la forma de inclinar los paneles solares en dirección al sol tiene mucho que ver al respecto con la potencia ganada en el sistema fotovoltaico pues la inclinación normalmente tiene que ser igual a la latitud del lugar donde se instalará los módulos. En un estudio de investigación realizado por Molina, J. (2019) se menciona que el ángulo de inclinación de los paneles es importante ya que puede aumentar la producción de energía en términos anuales (p. 22). En este caso es factible observar que la mayor cantidad de tiempo en la que se encuentre el sol sea el lugar óptimo para inclinar los paneles solares, por ello es una cuestión de observación y experimentación la capacidad de determinar la pendiente de los paneles para atrapar la mayor cantidad de energía lumínica posible, la energía lumínica permite que los fotones accedan de mejor manera al cristal que conectan a los semiconductores del panel solar, los semiconductores se encuentran desarrollados con diversos materiales de germanio y silicio generalmente.

Figura 5

Captación solar en paneles fotovoltaicos



Nota. La figura ejemplifica la inclinación del panel y su influencia con la adquisición de energía lumínica por Almachi Darwin

Propiedades

- **Eficiencia:** Define la variable η por la que es posible aprovechar la energía eléctrica total a través del panel
- **Voltaje de Circuito Abierto:** Es la diferencia del voltaje entre los terminales del panel cuando se desconecta del circuito eléctrico
- **Voltaje en Potencia Máxima:** El valor de voltaje al que puede llegar el panel cuando se encuentra en potencia máxima
- **Tolerancia Salida de potencia:** Rango del error porcentual por el que se estima el valor de la potencia
- **Corriente de Cortocircuito:** Es la corriente a través de la celda solar en el momento que la diferencia de potencial es cero

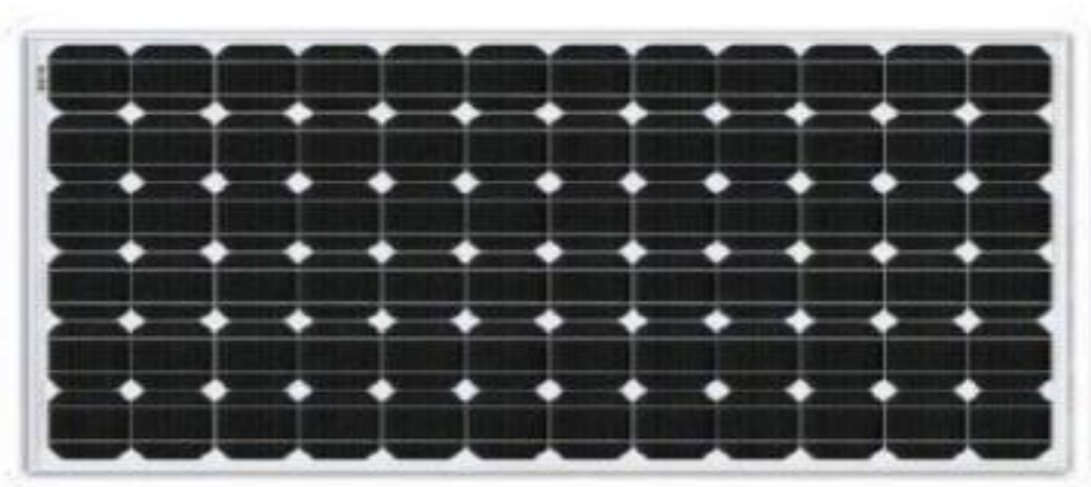
- **Corriente en Potencia Máxima:** Es el valor de la corriente al que puede llegar a ofrecer el panel cuando se encuentra en potencia máxima
- **Máxima Tensión del Sistema:** Es la tensión más elevada que puede presentar el panel cuando se encuentra en condiciones regulares de servicio
- **Rango de Temperatura de Funcionamiento:** Rango de temperatura la cual la celda solar funciona adecuadamente

Tipos de Paneles Solares

Paneles Solares Monocristalinos: Aquellos paneles solares son los más utilizados pues el material de las células solares de silicio puro es creado a partir de un riel del cual se cortan áreas pequeñas de ese material. El panel tiene la mayor eficiencia comparado con los otros tipos de panel solar a continuación y consta de un mayor ciclo de vida útil. (Coronell, 2020, p. 29)

Figura 6

Panel solar monocristalino



Nota. La figura muestra un panel monocristalino. Adaptado de <https://tritec-intervento.cl/tipos-de-paneles-fotovoltaicos/> por Tritec.

Paneles Solares Policristalinos: Los paneles solares fabricados por cristales de silicio tienen una menor eficiencia y ocupan mayor espacio para producir la misma cantidad de energía que un panel monocristalino, estas se caracterizan por tener un menor ciclo de vida útil.

(Coronell, 2020, p. 29)

Figura 7

Panel solar policristalino



Nota. La figura muestra un panel policristalino. Adaptado de <https://tritec-intervento.cl/tipos-de-paneles-fotovoltaicos/> por Tritec. 2020

Paneles Solares de Película Delgada: Las celdas solares utilizan una capa de silicio delgada y se combinada con materiales dependiendo del uso y la exposición al ambiente pues algunos paneles contienen elementos tóxicos como el cadmio y telurio. Su costo es más elevado que los demás. La vida útil es la menor en comparación con los otros paneles expuestos

(Coronell, 2020, p. 29).

Figura 8*Panel solar de película delgada*

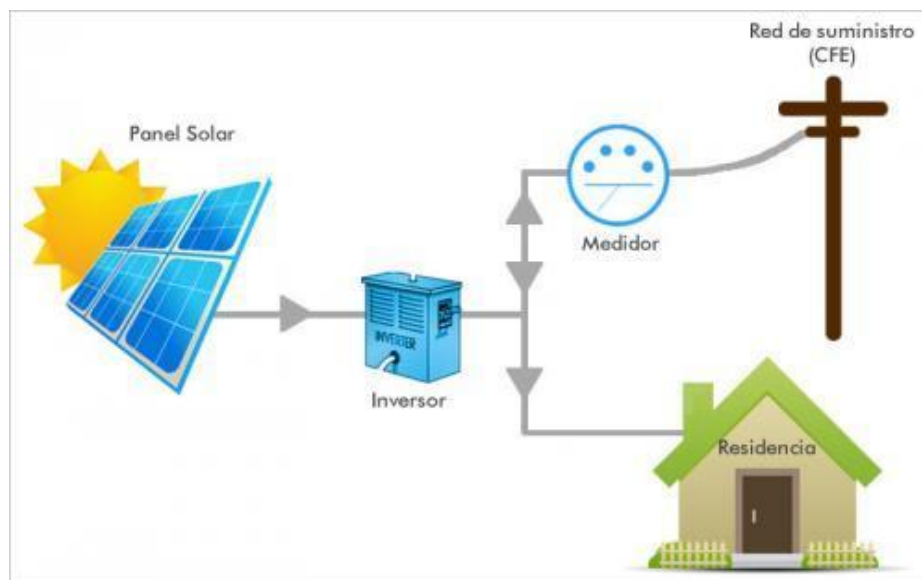
Nota. La figura muestra un panel de película delgada. Adaptado de <https://tritec-intervento.cl/tipos-de-paneles-fotovoltaicos/> por Tritec. 2020

Sistemas de Energía Eléctrica Fotovoltaicos**Sistemas Sincronizados de Red**

Los sistemas interconectados a la red deben estar conectados directamente a la red de energía eléctrica nacional pues en la mayoría de casos la infraestructura necesita suplir mayor demanda de electricidad y esto se logra gracias a la interconexión de red, se requiere bajo mantenimiento en este tipo de sistemas. Los sistemas interconectados se controlan a través de un agente externo o computadora por lo que necesita de información del ambiente para la recepción, interpretación de datos y posteriormente para la disposición automatizada o manual a través de una empresa de energía fotovoltaica.(Coronel, 2020, p. 30)

Figura 9

Sistemas sincronizados a la red



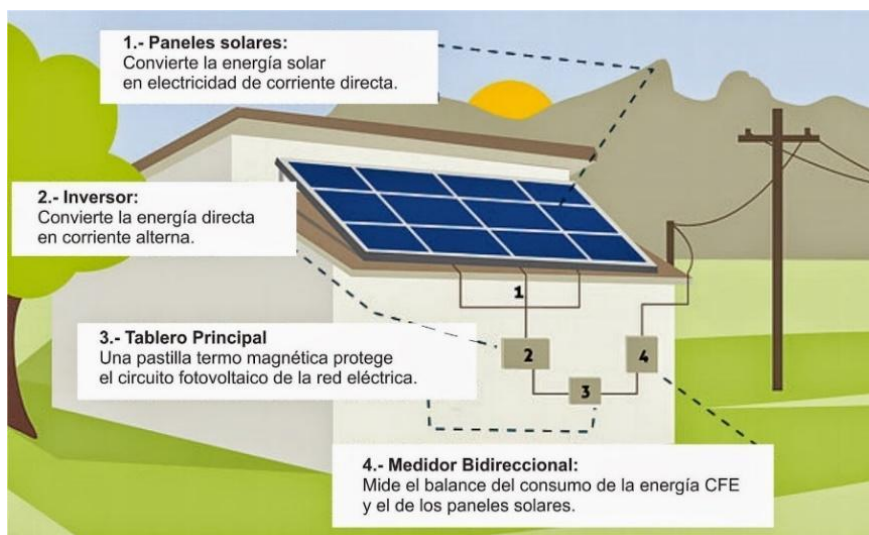
Nota. La figura ejemplifica un diagrama donde se muestra la sincronización a la red, este sistema es usado en residencias urbanas principalmente. Adaptado de <https://tritec-intervento.cl/tipos-de-paneles-fotovoltaicos/> por Tritec. 2020

Sistemas Combinados

Como se enuncia, este tipo de sistemas son combinación de los sistemas interconectados y del sistema isla. La principal ventaja de estos sistemas son que pueden funcionar como sistemas interconectados de red y sistemas isla cuando lo ameriten pues algunas instalaciones de cableado eléctrico no cuentan con los dispositivos adecuados en función del tipo de sistema a implementar.

Figura 10

Sistemas combinados



Nota. La figura muestra el tipo de sistema combinado y es usado principalmente en casas de campo. Adaptado de <http://magrose.com.mx/> por Grupo Magrose. 2020

Sistemas Aislados

Los sistemas aislados cuentan con paneles, e inversores que operan en modo isla es decir se encuentran desconectados del sistema interconectado de red. Cuentan con baterías para almacenamiento de energía, reguladores de carga y sistemas de montaje estructural en algunos casos. Este tipo de sistemas son caros en la primera inversión debido a la cantidad de componentes que se necesitan adquirir. (Coronell, 2020, p. 31) El mantenimiento es uno de los principales factores por los que causa dificultades debido a que se suelen instalar en un centro estratégico dentro de la infraestructura, sin embargo, son buena opción para algo propio donde se administra y se regula interiormente. Este tipo de sistema será el que se seleccionará para la implementación en SISCO. La ventaja de estos sistemas es que pueden operarse desde un solo lugar e incluso tener privacidad sobre el consumo y uso de energía a disposición del usuario que

sea propietario del sistema fotovoltaico, “se conoce pues que la inversión será mucho mayor a la comparada por un sistema interconectado pues se necesita de varios elementos para poder implementar un sistema individual” (Coronell, 2020, p. 31).

Figura 11

Sistemas aislados



Nota. La figura muestra un sistema fotovoltaico de tipo aislado, es usado principalmente en casas individuales que no conforman ninguna villa. Adaptado de villafloresmartin.com/ por Villa Flores Martin. 2020

Seguridad y Mantenimiento

Debido a que anteriormente los costos del conjunto de un sistema fotovoltaico era elevado las normas se mantenían a un bajo cuidado y previsión por lo que a lo largo de los años se ha visto la necesidad de reemplazar y efectuar otro tipo de consumo enfocado al uso de energías renovables, es por ello que las normativas regidas en países como Ecuador ha tomado relevancia en el manejo de una norma técnica para garantizar la seguridad y protección del personal capacitado para la instalación de paneles solares. Una de estas normativas se encuentra en la codificación y regulación emitida por la Agencia de regulación y control de la electricidad

(ARCONEL) donde manifiesta que el Estado promoverá el uso de energía limpias en el sector público y privado. Los accidentes que se han presentado en la actualidad son muestra de caso omiso que se hace a los reglamentos estipulados por las entidades del sector de seguridad y trabajos técnicos, es por ello que en Ecuador se ha redactado un documento que establece la seguridad e higiene personal para los instaladores y trabajadores técnicos en territorio nacional, pues en la medida de lo posible se tiene en cuenta medidas de higiene personal y protección para riesgos que pueden involucrar las actividades.

Con la finalidad de mantener los paneles fotovoltaicos en un estado óptimo es indispensable realizar inspecciones visuales semanalmente y si se requiere limpiar los cristales de los paneles solares, dependiendo del lugar en donde se instalen los paneles se evaluará la frecuencia de limpieza de los cristales, la finalidad del mantenimiento en paneles solares son las de evitar la pérdida de potencia eléctrica por suciedad, reduciendo incluso hasta el 15 % de potencia entregada inicialmente. (Villavicencio, C. 2017, p. 1)

El mantenimiento de los sistemas fotovoltaicos puede otorgar beneficios tempranos cuando ocurre una baja de potencia en el sistema de carga debido a suciedades expuestas en los cristales.

Diseño de un Sistema Fotovoltaico

El diseño se centra en el dimensionamiento de área a instalar los paneles solares y dispositivos a usar para el sistema fotovoltaico por medio de cálculos matemáticos. Un primer estudio que se realiza en este campo es el de evaluar los datos geográficos por medio de algún software meteorológico para hallar datos que pueden ayudar a dimensionar correctamente los paneles solares para su aplicación en dicha zona seleccionada, existe el caso en que la zona no es

precisamente la adecuada para una instalación fotovoltaica pues los niveles de radiación no cumplen con el estándar solicitado para brindar un rendimiento mayor durante el funcionamiento del sistema fotovoltaico, es por ello que siempre es adecuado realizar un estudio y análisis del mismo, aunque se tiene en cuenta que estos sucede en casos no generales, por lo que es raro ver que una instalación eléctrica de paneles solares no cumpla con las expectativas del consumidor. (Orbegozo, 2017, p. 27)

Cálculo de la Potencia Consumida

Existen numerosos métodos para el cálculo de la potencia consumida en cierto intervalo de tiempo, en el estudio se mencionará el método por el cual se trabajan los datos y valores obtenidos. (Valdez, 2022) en su investigación acerca del cálculo de potencias de máquinas agrícolas considera que el método consiste en realizar tablas en función de las horas que los dispositivos se encuentran en funcionamiento, el valor de la potencia consumida se encuentra al reverso de las máquinas que se encuentran operativas y en funcionamiento, el valor de las horas obtenidas se multiplica por la potencia de dispositivos. La fórmula viene dada por el producto entre el voltaje y la corriente del sistema o el equipo, siendo W: Potencia consumida en W/h (Vatios-hora), P: Potencia de los dispositivos y h: horas de consumo (Orbegozo, 2017, p. 29)

$$P = V * I$$

Cálculo y Dimensionamiento del Sistema Fotovoltaico

La revista de la facultad de ciencias exactas, físicas y naturales de la ciudad de Córdoba pone de manifiesto que previo al dimensionamiento del sistema fotovoltaico es necesario considerar antes algunos conceptos como el consumo energético teórico pues este consumo consiste en una tabla que muestra el gasto energético que tienen los aparatos que funcionan con

electricidad de tal manera que se pueda realizar una suma energética y hallar su balance total, luego hace mención sobre el consumo energético efectivo y este aparatado es importante porque no se considera relevante la potencia teórica hallada por medio de las tabla sino más bien hace uso de las pérdidas que existen en una instalación eléctrica común. (Medina, 2022, p. 29)

Los paneles solares producen energía eléctrica según su tamaño, eficiencia y la magnitud de radiación que reciban de la luz solar, Medina sigue mencionando que: “ Los disponibles para uso hogareño y comercial tienen una eficiencia menor al 20 por ciento, lo que significa que menos del 20 por ciento de la energía del sol captada por el panel solar es absorbida y convertida en electricidad ” (p.3) Una vez evaluados esos dos parámetros se procede a determinar la capacidad de producción del panel solar ya seleccionado y eso se realiza a través de la hora pico solar lo que es equivalente a 1000 Watio por metro cuadrado, pues con esta aproximación se puede determinar cuanta potencia puede generar determinado panel solar multiplicando la potencia pico (W) por la cantidad de horas solar pico (HSP) que marca el sistema meteorológico usado (Medina, 2022, p. 30).

Radiación Solar Mundial

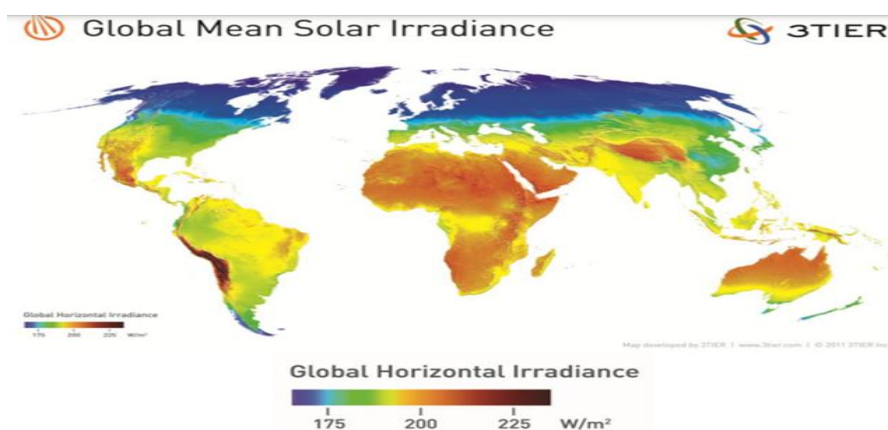
La radiación solar se ve afectada por el grado de inclinación de la tierra durante ciertos espacios de tiempo mientras se encuentra órbita además también por poluciones y cambio en las nubes de la atmósfera; por lo tanto, es un parámetro variable y casi impredecible, a continuación, se presenta una imagen perteneciente a la empresa 3TIER donde muestra la radiación solar actualizada gracias a su sistema de satélites. (Mogrovejo, 2020, p. 89)

Ceballos, J. (2005) menciona en su artículo titulado radiación solar por satélite que “la radiación solar es la fuente primaria de energía para procesos dinámicos de la atmósfera global, para la definición de condiciones climáticas y para procesos biológicos naturales”. (p. 1)

Menciona además que los estudios del régimen y distribución geográfica de la radiación solar fueron hechos en la última década usando aparatos de redes solarimétricas con heliógrafos.

Figura 12

Mapa de radiación solar mundial



Nota. La figura muestra la radiación solar mundial, se observa las que están con colores más vivos son donde existe mayor radiación. Reproducido de <https://dspaceucuenca.edu.ec> por Mogrovejo, 2020

Energía Total del Consumo

(Mogrovejo, 2020) menciona que “es el consumo total práctico o aprovechado de la instalación eléctrica, se define mediante la relación entre la energía total teórica y el rendimiento”. (p. 90)

$$E_T = \frac{E}{\eta}$$

Corriente del Regulador de Carga

La regulación es una etapa donde interviene un equipo que regula la corriente máxima necesaria para no afectar los dispositivos eléctricos dados por la variación constante de energía que ocurren en los paneles solares durante el día, “para hallar la intensidad máxima de corriente dada por el regulador de carga se define mediante la relación entre la potencia y el voltaje del conjunto de paneles solares”. (p. 68)

$$I_{reg} = \frac{P_{max}}{V}$$

Capacidad de Batería

La etapa consecutiva a esto es sobre el almacenamiento de baterías, pues estas tienen la función de almacenar y abastecer de energía para los periodos donde hay radiación solar, la capacidad de las baterías viene dado por la formulación matemática. La nomenclatura matemática corresponde a E que representa el consumo energético, N como el número de días de autonomía de la instalación, a V como el voltaje del sistema y a Pd como la profundidad de descarga.

$$C = \frac{EN}{VP_d}$$

A su vez en una instalación eléctrica, dado que las cargas no son continuas sino alternas, se necesita de un dispositivo que permita transformar este tipo de corriente, eso se logra a través de un inversor de corriente alterna. El inversor de voltaje se selecciona de acuerdo a la potencia calculada anteriormente y se puede encontrar fácilmente en el mercado con distintas propiedades y características del cliente. (Mogrovejo, 2020, p. 68)

Metodología y Desarrollo del Proyecto

En el estudio e investigación de artículos científicos de la universidad de la Plata elaborado por Concepción, D. (2019) pone de manifiesto la importancia de la metodología en el desarrollo de proyectos de investigación que menciona:

En la formación de investigadores tiene especial importancia, no sólo la metodología general de la investigación, que como se ha planteado tiene rasgos generales para todos los campos de las ciencias, y son los modernos métodos cibernéticos un eslabón intermedio en su aplicación en problemas específicos de las ciencias particulares. (p. 78)

La metodología de investigación por lo tanto se centra en presentar el desarrollo y la aplicación del método en la implementación del sistema fotovoltaico. En la investigación se asumió la responsabilidad de realizar distintas acciones para lograr los cometidos, es por ello que en la primera etapa se evaluó la zona para determinar la factibilidad de la implementación de los paneles, posteriormente se atribuyó el diseño CAD de la parte eléctrica y mecánica. La instalación de paneles solares comprende una primera fase en donde se realizan mediciones para determinar el largo de las estructuras para ser unidas mediante soldadura por arco eléctrico y colocar las bases que vendrían siendo los paneles fotovoltaicos. Se maneja además el uso de herramientas de corte y técnicas como el conformado mecánico; en ello se usarán herramientas como la amoladora que será de utilidad para cortar los tubos donde serán instalados los paneles y además usando el taladro que permitirá realizar las perforaciones para anclar soportes que servirán para unir las correas, así también como las bases que estarán dispuestas en 4 puntos para mantener el equilibrio de la estructura.

Construcción de la Estructura Metálica

La construcción de la estructura se realiza en función de un diseño previamente realizado, los planos se encuentran en el apartado de los anexos en anexo 1, se propuso por lo tanto instalar 4 correas.

Figura 13

Estructura metálica



Nota. La figura muestra la construcción de la estructura metálica donde irán los paneles solares por Almachi Darwin

Montaje de Paneles Solares

Los paneles solares se colocan en bloques con dos filas y cuatro columnas desde una perspectiva frontal, se tiene un alza en el espacio de las filas que hace que los paneles puedan tener un ángulo de inclinación para aprovechar de mejor manera la luz solar, es interesante conocer que los sistemas fotovoltaicos tienen la capacidad de poder almacenar la energía proveniente del sol en baterías y almacenarlas para poder distribuirlas cuando exista poca carga eléctrica en las instalaciones

Figura 14

Montaje de paneles



Nota. La figura muestra el montaje de los paneles solares sobre la estructura metálica por Almachi Darwin

Banco de Baterías

El banco de baterías se instala en un lugar fijo donde sea ventilado y fresco por lo general, se instala por lo tanto las 12 baterías las cuales almacenaran energía eléctrica que es generada por el bloque de paneles, la energía acumulada servirá para poder dotar de electricidad a los servidores de red durante la noche. La colocación de cada batería es particular ya que se cuenta con cierto registro para que cuando una batería tenga fallos o problemas de carga y descarga, el técnico pueda acercarse con el hecho de verificar y cambiar de batería si es necesario, se realiza además una inspección del voltaje de cada batería para evaluar el voltaje y mantener un registro normal de los niveles de almacenamiento de carga, es útil mencionar que la instalación necesita de un anaquel con las prestaciones adecuadas para brindar las protecciones necesarias en caso de problemas técnicos durante el funcionamiento del sistema fotovoltaico, este será instalado en un lugar ventilado y accesible para cualquier desperfecto que ocurra.

Figura 15

Banco de baterías



Nota. Se observa la colocación del banco de baterías para el almacenamiento de energía eléctrica por Almachi Darwin

Se evaluó el consumo eléctrico mensual para determinar las potencias eléctricas, esto servirá para comparar el gasto efectuado con energía de la red y en la actualidad parte de la energía fotovoltaica en la empresa SISCOM. De manera particular se puede asimilar que al usar energía fotovoltaica el consumo efectuado en la planilla de luz será menor en comparación a anteriores meses donde no se implementó el sistema fotovoltaico, por tanto, el beneficio obtenido al implementar dicho proyecto facilitará que la empresa pueda obtener ahorros significativos en corto plazo y de alguna manera validar la viabilidad y justificación de la hipótesis planteada inicialmente.

Instalación de los Tableros

Se utiliza pernos y tornillos para la fijación de los tableros de distribución y el inversor híbrido POWEST de 3KVA, este se encontrará cerca del banco de baterías. Se instala el tablero eléctrico y se atornilla los rieles.

Figura 16

Tableros eléctricos



Nota. Se muestra la colocación de los tableros eléctricos por Almachi Darwin

Conexión Eléctrica del Tablero

Se instala los termomagnéticos y se realiza las conexiones eléctricas de acuerdo al diagrama del anexo 2 del apartado de anexos.

Figura 17

Instalación termomagnéticos



Nota. En la figura se muestra la conexión de los termomagnéticos dentro del tablero eléctrico por Almachi Darwin

Instalación y Conexión del Inversor Híbrido

Una vez instalado el inversor híbrido se procede a conectar los distintos puntos de alimentación de entrada y salida para baterías, además a las entradas del inversor se conectan los termomagnéticos como elementos de protección.

Figura 18

Instalación del inversor híbrido



Nota. Se muestra la instalación y conexión del inversor híbrido utilizado para el sistema fotovoltaico por Almachi Darwin

Implementación del Sistema Eléctrico

Se instala un software comercial para el control y monitoreo del inversor Powest para el sistema fotovoltaico por lo que se energiza el sistema y se comprueba que todo se encuentre en correcto estado.

Figura 19

Sistema eléctrico



Nota. En la figura se observa el conjunto de instalación fotovoltaica por Almachi Darwin

Cálculo de la Potencia Diaria Total

Se implementa paneles solares policristalinos para la puesta en marcha de energía eléctrica por lo que se considera en primer lugar realizar un cálculo para evaluar las potencias de consumo de las cargas en el lugar. Se muestra el cálculo para la energía diaria total que se necesita.

$$E_T = \frac{E}{\eta} = 1358Wh$$

Cálculo para la Capacidad de Cada Batería

Se efectúa el cálculo para verificar si la capacidad de la batería es la adecuada para el sistema fotovoltaico que se está implementando.

$$Cb = \frac{D * E_T}{V * Pd} = \frac{0.33 * 1358Wh}{38Vdc * 0.6}$$

$$Cb = 19.66 A - h(\text{amperios hora})$$

Tabla 3*Tabulación de parámetros eléctricos*

Parámetro	Valor
Potencia diaria total	1358 Wh
Capacidad de batería	19.66 A
Profundidad de descarga	0.6

Nota. En la tabla se muestra los parámetros eléctricos que fueron hallados en base a los datos tomados de la instalación eléctrica por Almachi Darwin

Servidores de Red

Los servidores que vienen siendo las cargas de consumo se conectan con la energía proveniente de la red y el inversor interconecta la red y la energía eléctrica alternativa que es fuente del sistema fotovoltaico, el conjunto de baterías se conecta en los bornes de entrada al inversor de corriente directa y sale en forma de corriente alterna para alimentación monofásica de 110 voltios a una frecuencia de 60 Hz, lo cual son características eléctricas compatibles con los receptores a alimentar. El sistema de energía de red y de paneles solares será controlado por el tablero eléctrico y el inversor que envía los datos a un transductor interno que serán monitoreados y visualizados en una computadora para interpretar los niveles de carga y descarga de baterías y la alimentación continua en los servidores.

Instalación Eléctrica

Las conexiones eléctricas están distribuidas de acuerdo al plano, este cuenta con un sistema de protectores termomagnéticos para la conexión y desconexión de las cargas, los paneles tienen un voltaje de salida 12V permitiendo obtener una tensión máxima de hasta 36V en función de la iluminación que pueda atrapar la celda solar durante el día, para la transferencia de

energía eléctrica de forma segura en los servidores se añade el regulador de carga que tiene por objetivo limitar el voltaje al que funcionan los receptores. (Ver anexo 3)

Parámetros Eléctricos del Programa Solar Power

Los parámetros medibles de voltaje y corriente pueden ser visualizados en la computadora mediante un sistema de adquisición de datos que permite la transferencia continua de datos eléctricos para prever cualquier fallo técnico o informático que se presente al entrar en operación. (Ver anexo 4)

Propuesta

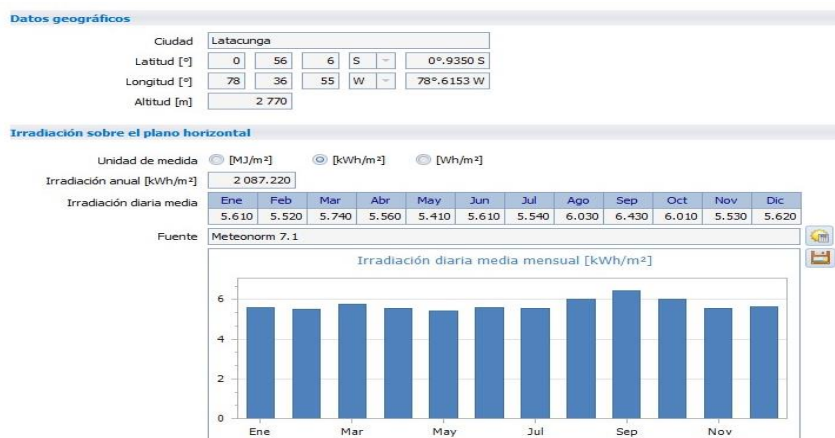
Un primer estudio para realizar el diseño fotovoltaico fue determinar los datos geográficos del sitio donde se instalaría el sistema fotovoltaico, el sitio pertenece a las instalaciones de la empresa SISCOM S.A que mantiene en funcionamiento sus servidores de red para garantizar la conexión a internet a sus clientes durante las 24 horas del día.

Obtención de Datos Meteorológicos

Para la obtención de datos se ayudó del programa ACCA Solar que mediante el software científico Meteonorm se adquirió datos geográficos de la ciudad de Latacunga, así también como los datos de para determinar la cantidad de energía posible que se recibirá en los próximos meses. La obtención de datos radica en el uso de software meteorológico para determinar la zona geográfica en donde se van a instalar los paneles solares para la captación de la radiación solar.

Figura 20

Datos geográficos e irradiación solar



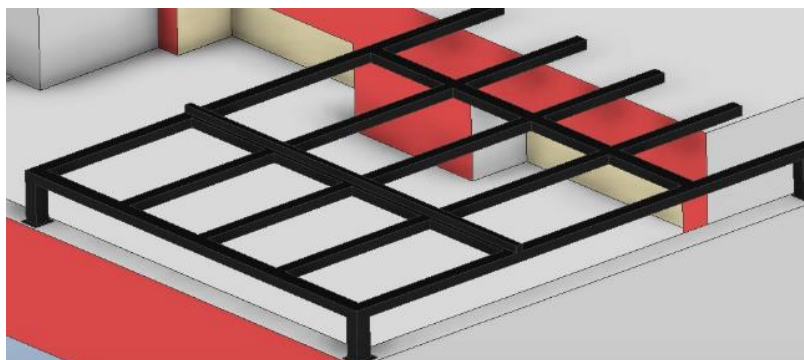
Nota. En la figura se muestra los datos geográficos de la zona donde se colocará los paneles solares por Almachi Darwin

Diseño Asistido por Computador

Se implementa el diseño de la estructura metálica para la visualización del panorama en virtud de los espacios de la terraza.

Figura 21

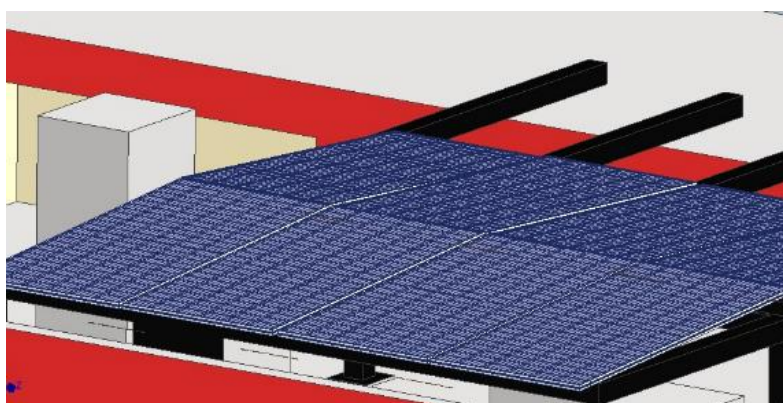
Estructura prevista CAD



Nota. Se muestra el diseño virtual de la estructura en un programa CAD por Almachi Darwin

Figura 22

Estructura prevista CAD I



Nota. Se muestra la colocación de los paneles solares en un diseño virtual CAD por Almachi Darwin

Construcción de la Estructura

Se determino el presupuesto y se desarrolló el montaje y soldadura de la estructura metálica, luego se realizaría la instalación eléctrica, la estructura estaba previamente sujeta a pernos por medio de placas en las columnas de hormigón de la infraestructura y se encontraban soldadas con electrodo de penetración.

Figura 23

Implementación de paneles solares



Nota. Se muestra la implementación de los paneles solares en la estructura metálica por Almachi Darwin

Especificaciones Técnicas de los Equipos

Las especificaciones técnicas son los parámetros de los paneles solares, pues estos son importantes para conocer las características intrínsecas de tal manera que se pueda determinar su correcta aplicación. Además, se presenta también las especificaciones del inversor híbrido el cual cumple una función importante dentro del control del sistema fotovoltaico, este inversor híbrido contiene módulos especiales los cuales ayudan a la comunicación del equipo.

Tabla 4*Especificaciones Técnicas Paneles Solares*

Especificaciones Técnicas	Valor
Tipo de módulo	Policristalino
Potencia Máxima	345 W
Voltaje en tensión máxima	38 VDC
Corriente máxima en potencia máxima	9.07 A
Eficiencia	17.8%
Peso	22.5 kg
Dimensiones	1956 x 992 x 40 mm

Nota. En la tabla se muestra las características técnicas de los paneles solares por Almachi Darwin

Tabla 5*Especificaciones Técnicas Inversor*

Especificaciones Técnicas	Valor
Modelo	UPS 3KVA REF. POWEST Hybrid
Potencia máxima	2.4 KW
Tensión nominal de operación	80 VDC
Voltaje nominal de salida	110 / 120 V
Rango de frecuencia	57 – 62 Hz
Corriente máxima de baterías	132 A
Puertos de comunicación	USB, RS 232

Nota. En la tabla se muestra las especificaciones técnicas del inversor por Almachi Darwin

Comprobación

Figura 24

Medición de corriente



Nota. En la figura se muestra la toma de la corriente eléctrica por medio de la pinza amperimétrica por Almachi Darwin

Figura 25

Medición de voltaje de batería individual



Nota. En la figura se muestra la toma de voltaje de batería para el almacenamiento de carga por Almachi Darwin

Figura 26

Medición de voltaje de baterías



Nota. En la figura se muestra la toma de voltaje de baterías que se encuentran unidas en serie para el almacenamiento de carga por Almachi Darwin

Figura 27

Parámetros del sistema fotovoltaico



Nota. En la figura se muestra la toma de voltaje de baterías que se encuentran unidas en serie para el almacenamiento de carga por Almachi Darwin

Mediciones Eléctricas

Tabla 6

Datos eléctricos

Magnitud	Valor numérico
Voltaje de salida paneles solares	12.23 VDC
Corriente de consumo	10.66 A
Voltaje de baterías individual	12.23 VDC
Voltaje en serie de baterías	47.85 VDC
Potencia entregada de paneles solares	1380 W
Tensión de la red	119.3 V
Frecuencia de la red	60.1 Hz

Nota. En la tabla se muestra los parámetros eléctricos que han sido medidos por la pinza amperimétrica y otros obtenidos por datos aportados por el computador por Almachi Darwin

Conclusiones

El sistema fotovoltaico en cuestión muestra un correcto funcionamiento de los elementos que lo componen, dado que se ha garantizado la correcta instalación de los paneles fotovoltaicos y el manejo de los equipos eléctricos para permitir la alimentación de electricidad a los servidores de red.

En las instalaciones del sistema fotovoltaico se evidenció la ausencia de conexión de algunos cables debido al alto calor térmico que se genera por debajo de los paneles solares en un día soleado, por lo que se implementó uniones plásticas de derivación individual para asegurar la permanente conexión y funcionamiento del sistema eléctrico.

Se ha determinado que gracias al uso de equipos de medición se ha podido identificar los problemas de tensión eléctrica por debajo de su valor normal a la salida de las baterías, esto a causa de puntos de conexión totalmente flojos o desconectados.

El manejo del manual técnico de usuario es indispensable en el mantenimiento de los equipos tal es el caso que, los errores que en la pantalla del inversor se muestran son fuente de información de que algo está sucediendo interna o externamente al dispositivo, donde se ha identificado problemas de desconexión de batería y gracias al uso del manual de asistencia técnica se ha podido dar una lectura al código de error del equipo para posteriormente dar con una solución acertada.

Se realizó la medición de corriente y voltaje en los equipos para evaluar el consumo eléctrico de tal manera que se llegue a dimensionar adecuadamente los equipos permitiendo seleccionar elementos y dispositivos acorde a las necesidades del sistema fotovoltaico.

Recomendaciones

El funcionamiento de los dispositivos del sistema fotovoltaico las 24 horas al día ponen de manifiesto una revisión como mínimo una vez por semana para revisar el estado de carga de las baterías y los indicadores de corriente y voltaje a la entrada y salida del inversor para verificar una producción regular y continua de energía eléctrica.

El aumento de paneles solares contribuiría a que se puedan conectar más equipos eléctricos que dependan de la energía eléctrica de la red, dando un suministro continuo ya autosustentable dentro de las instalaciones de SISCOM S.A

La inspección visual realizada mediante drones puede ser más fácil y rápida para determinar por medio de la observación la existencia de objetos que impidan la captación de energía solar correctamente sobre la superficie de los cristales de los paneles, por tanto, puede ayudar a mejorar la forma en que se inspecciona el estado de los paneles solares.

Es importante contar con un sistema de monitoreo vía móvil, que a través de dispositivos sincronizados al sistema fotovoltaico y a la red WiFi permita ver el estado y funcionamiento de los equipos en tiempo real otorgando una mayor accesibilidad a los usuarios técnicos en cualquier parte del mundo.

El uso de tecnologías modernas actuales y venideras de paneles solares puede involucrar un ahorro sustancial a la empresa garantizando una eficiencia energética en el sector de energías renovables por lo que se considera viable la constante capacitación del personal en las áreas de innovación y mantenimiento de sistemas fotovoltaicos.

Referencias

- Baselga, M. (2019). *Instalaciones solares fotovoltaicas Electricidad y electrónica Componentes en los sistemas fotovoltaicos*. Obtenido de https://books.google.com.ec/books?id=bKyZDwAAQBAJ&pg=PA32&hl=es&source=gb_s_toc_r&cad=3#v=onepage&q&f=false
- Beltrán, A. (2017). *Prospectiva de las energías eólica y solar fotovoltaica en la producción de energía eléctrica CienciaUAT*. Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-78582017000100105
- Concepción, D. (2019). *Metodología de la investigación: Origen y construcción de una tesis doctoral*. Obtenido de <https://revista.ucsa-ct.edu.py/ojs/index.php/ucsa/article/view/2>
- Consejo Nacional de Electricidad CONELEC. (2022). *Aspectos de sustentabilidad, sostenibilidad social y ambiental*. Obtenido de <https://www.regulacionelectrica.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/12/Vol4-Aspectos-de-sustentabilidad-y-sostenibilidad-social-y-ambiental.pdf>
- Coronell, J. (2020). *Diseño de un sistema de monitoreo IOT Smart Solar Lighting para aplicación de iluminación de exteriores*. Obtenido de <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/33397>
- Espejo, C., & Aparicio, G. (2019). *La producción de electricidad con energía solar fotovoltaica en España en el siglo XXI Depósito de Investigación Universidad de Sevilla*. Obtenido de <https://revistascientificas.us.es/index.php/REA/article/view/8693/pdf>
- Ferreira, D. (2015). *Diseño e instalación de una estructura portante para paneles solares fotovoltaicos con fines didácticos*. Obtenido de

https://ria.utn.edu.ar/bitstream/handle/20.500.12272/4417/GISEner%202015_COPUCI.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Gómez, P. (2021). *Contribución al desarrollo tecnológico de los sistemas fotovoltaicos de escala de red para la mejora de la estabilidad del sistema eléctrico de potencia*. Obtenido de https://ruja.ujaen.es/bitstream/10953/1135/1/TESIS_PGB_RUJA.pdf

Humberto, F. (2021). *Estudio de oportunidad técnica para la instalación de paneles solares fotovoltaico*. Obtenido de <https://dspace.uclv.edu.cu/handle/123456789/13295>

León, M. (2022). *Estudio de factibilidad para la implementación de sistemas fotovoltaicos en residencias*. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/22960>

Medina, A. (2022). *Dimensionamiento de un sistema fotovoltaico para reducir la facturación por energía eléctrica consumida en la sede principal de Empresa Prestadora de Servicios*. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/95696>

Miranda, L. (2021). *Implementación de un sistema fotovoltaico para la alimentación del laboratorio de robótica de la carrera de ingeniería en computación y redes*. Obtenido de <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/3395>

Mogrovejo, W. (2020). *Estudio de la aplicación de generación distribuida con fuentes renovables de energía*. Obtenido de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/34455>

Molina, J. (2019). *Diseño y construcción de una estructura metálica para un seguidor solar*. Obtenido de <http://repositorio.uisek.edu.ec/handle/123456789/3469>

Morillo, N. (2022). *Banco de carga de energía multifuncional alimentado por paneles solares*. Obtenido de <https://repositorio.uvm.edu.ve/xmlui/handle/123456789/811>

- Murcia, H. (2009). *Desarrollo de la energía solar en Colombia y sus perspectivas*: consultor independiente. Obtenido de <https://revistas.uniandes.edu.co/doi/pdf/10.16924/revinge.28.11>
- Orbegozo, C. (2017). *Manual técnico de instalaciones fotovoltaicas*. Obtenido de https://issuu.com/sinapsisarcas/docs/energ__a_solar_fotovoltaica__manual
- Orosco, R. (2021). *Gestión de potencia activa de sistemas fotovoltaicos conectados a la red eléctrica en condiciones de alta penetración*. Obtenido de <https://rinacional.tecnm.mx/handle/TecNM/2629>
- Peña, W. (2019). *Desarrollo de un sistema de control que hace el seguimiento del máximo punto de potencia en paneles solares aplicado a sistemas de generación fotovoltaica*. Obtenido de https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/626089/Pe%c3%b1aL_W.pdf?sequence=3&isAllowed=y
- Planas, O. (2018). *Energía Solar fotovoltaica*. Obtenido de Solar-energia.net/ website: <https://solar-energia.net/energia-solar-fotovoltaica/elementos/controlador-carga>
- Proenza, Y. (2022). *Sistemas fotovoltaicos conectados a red, una propuesta para evaluar y cuantificar fallos en los sistemas*. Obtenido de https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-33052022000100197&script=sci_arttext&tlng=en
- Rodriguez, G. (2018). *Mejora de la calidad de la energía con sistemas fotovoltaicos en las zonas urbanas*. Obtenido de https://scholar.google.es/citations?view_op=view_citation&hl=es&user=4grXEiEAAAAJ&citation_for_view=4grXEiEAAAAJ:PYBJJbyH-FwC

- Romero, I. (2020). *Estudio de los sistemas de energía solar fotovoltaica con conexión aislada (Off-grid) y un sistema de conexión en red en autoconsumo (On-grid) para el uso en la vivienda urbana*. Obtenido de <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/3045518>
- Rosello, M. (2019). *Instalación de energía solar fotovoltaica aislada*. Obtenido de <https://riunet.upv.es/handle/10251/37021>
- Silva, W. (2017). *Cálculo y Selección de Parámetros de una Turbina Hidráulica para la Generación de Electricidad en la Comunidad de Puesta de Sol, definiciones y conceptos técnicos de electricidad*. Obtenido de <https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12893/2210/BC-TES-TMP-1087.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Trejos, A. (2022). *Evaluación de herramientas computacionales para el análisis de sistemas fotovoltaicos*. Obtenido de https://revistaingenieria.univalle.edu.co/index.php/ingenieria_y_competitividad/article/view/11516
- Parrado, J. (2021). *Regulador de carga para baterías en una instalación fotovoltaica*. Obtenido de <https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/59746>
- Seippel, R. (2021). *Fundamentos de electricidad, principios de electricidad electrónica, control y ordenadores*. Barcelona: Editorial Reverte
- Sunfields. (2017). *Baterías para paneles solares y sistemas fotovoltaicos*. Obtenido de <https://www.sfe-solar.com/baterias-solares/>
- Valdés, J. (2022). *Sistema de generación eléctrica a partir de energía solar para una planta potabilizadora*. Obtenido de https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_electrica/628/

Velasco, W. (2018). *Implementación de un prototipo de un cerco eléctrico para protección de ganado utilizando energía solar y envío de mensajes cuando exista una violación del sistema*. Obtenido de <http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/9250>

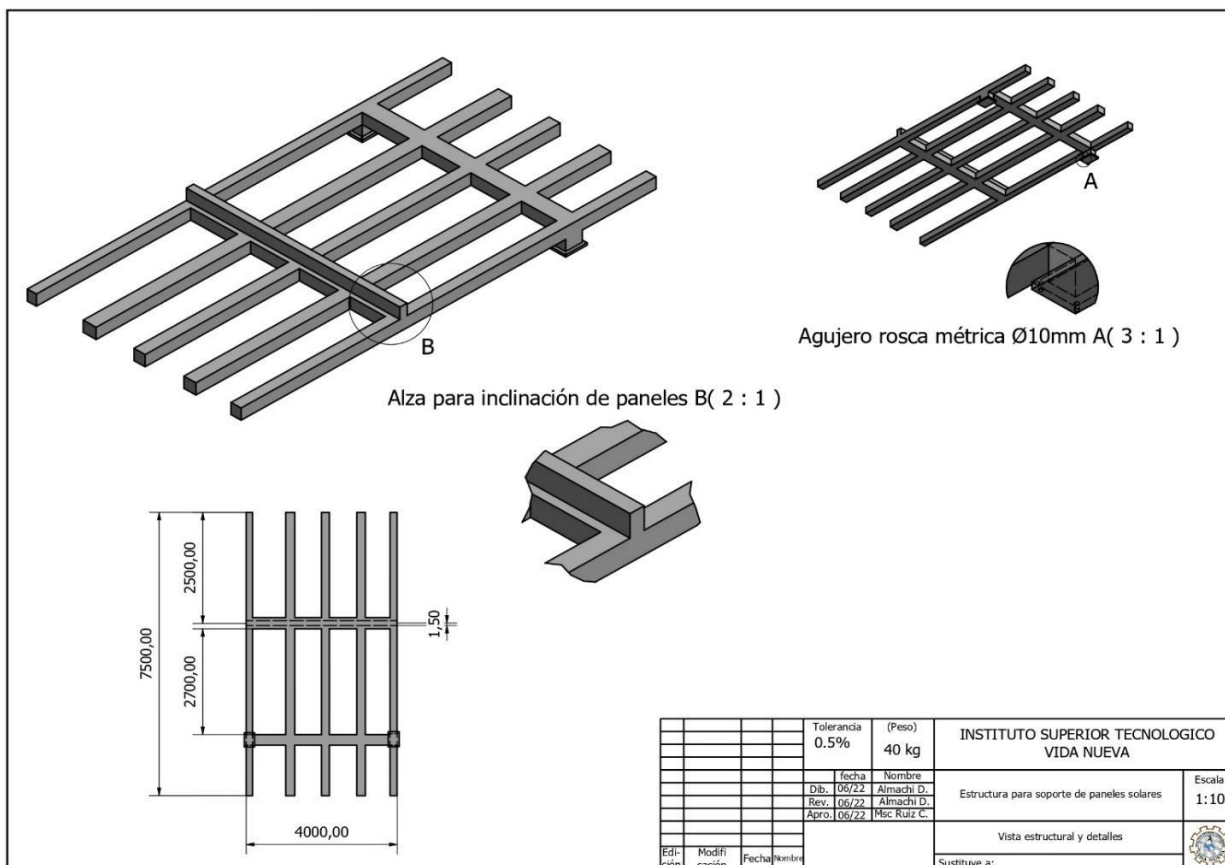
Villavicencio, G. (2017). *Procedimiento para instalación de un sistema fotovoltaico sobre techos en la corporación cuba ron s.a. Centro Azúcar*. Santa Clara, 70–81. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2223-48612017000100008

Zambrano, L. (2020). *Modelamiento del comportamiento de máquinas eléctricas, Dominio de las ciencias*. Obtenido de <https://www.dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/article/view/1603/3050>

Anexos

Anexo 1

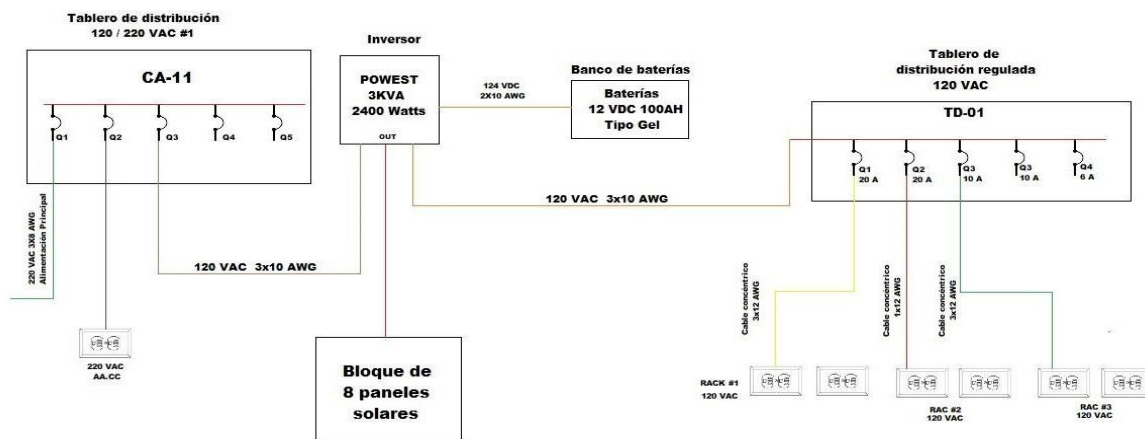
Estructura metálica



Nota. La figura muestra el plano de la estructura metálica, donde irán los paneles solares

Anexo 2

Esquema eléctrico



Nota. La figura muestra el esquema eléctrico de la instalación fotovoltaica

Anexo 3

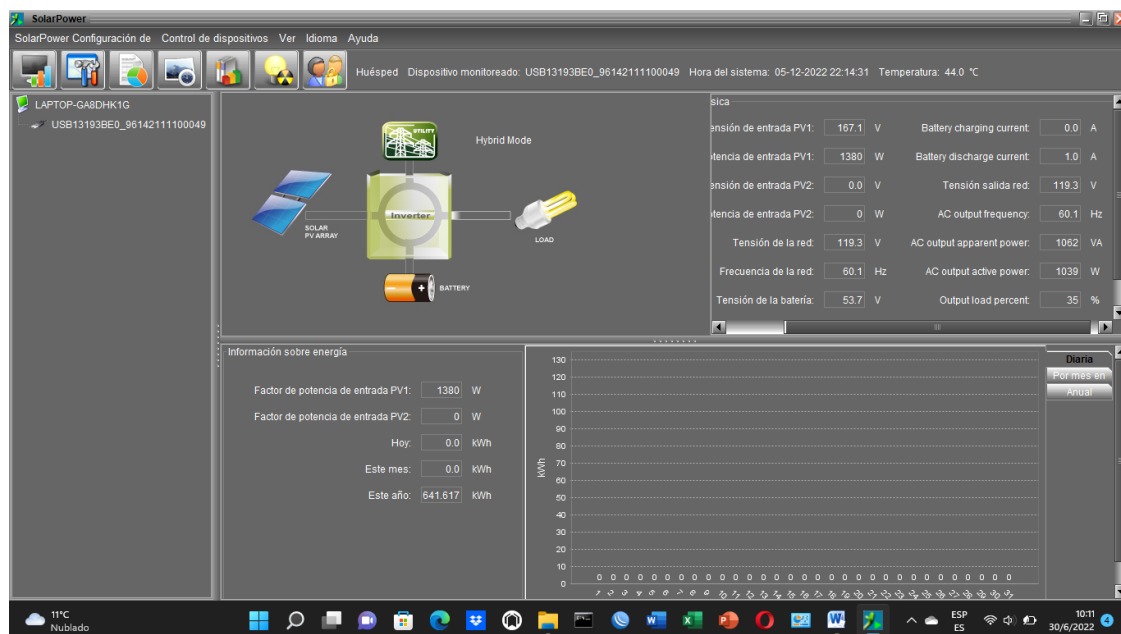
Servidores de red



Nota. La figura muestra los servidores de red los cuales son los que irán alimentados por los paneles solares

Anexo 4

Visualización del sistema en tiempo real por computador



Nota. La figura muestra el funcionamiento en donde se visualiza los parámetros en tiempo real del sistema fotovoltaico