



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA
SEDE AZOGUES

UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA, INDUSTRIA
Y CONSTRUCCIÓN

INGENIERÍA ELECTRÓNICA

Tesis previa a la obtención del grado académico
de ingeniero electrónico

TEMA:

PROTOTIPO DE UN SISTEMA ELECTRÓNICO PARA EL
AHORRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN UNA VIVIENDA RURAL
USANDO ENERGÍA SOLAR CON ALIMENTACIÓN EN
CORRIENTE CONTINUA

Autor:

Wilson Aurelio Acevedo Paredes

Dirigido por:

Ing. Trajano Javier González Redrován. MSc.

Azogues – Ecuador

2019



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA
SEDE AZOGUES

UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA, INDUSTRIA
Y CONSTRUCCIÓN

INGENIERÍA ELECTRÓNICA

Tesis previa a la obtención del grado académico
de ingeniero electrónico

TEMA:

PROTOTIPO DE UN SISTEMA ELECTRÓNICO PARA EL
AHORRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN UNA VIVIENDA RURAL
USANDO ENERGÍA SOLAR CON ALIMENTACIÓN EN
CORRIENTE CONTINUA

Autor:

Wilson Aurelio Acevedo Paredes

Dirigido por:

Ing. Trajano Javier González Redrován. MSc.

Azogues – Ecuador

2019

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Yo, Wilson Aurelio Acevedo Paredes con documento de identificación N° 0302168083 manifiesto mi voluntad y cedo a la Universidad Católica de Cuenca la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del trabajo de titulación: “ **PROTOTIPO DE UN SISTEMA ELECTRÓNICO PARA EL AHORRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN UNA VIVIENDA RURAL USANDO ENERGÍA SOLAR CON ALIMENTACIÓN EN CORRIENTE CONTINUA**”, mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Electrónico, en la Universidad Católica de Cuenca, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Católica de Cuenca.

Azogues, septiembre de 2019

Wilson Aurelio Acevedo Paredes.
CI:0302168083

APROBACIÓN DEL TUTOR

En calidad de tutor del trabajo de grado, presentado por el Sr. Wilson Aurelio Acevedo Paredes para optar por el título de INGENIERO ELECTRÓNICO, doy fe que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

En la ciudad de Azogues, a los 05 días del mes de septiembre del 2019.

Firma

.....

Ing.: Trajano Javier González Redrován

CERTIFICADO DE AUTORÍA

El presente trabajo investigativo de proyecto profesional de grado previo a la obtención del título de Ingeniero Electrónico, cuyo tema es “prototipo de un sistema electrónico para el ahorro de energía eléctrica en una vivienda rural usando energía solar con alimentación en corriente continua”, corresponden al trabajo de investigación del autor, además certifico que he cumplido con todas las observaciones realizadas por el tribunal evaluador.

Estudiante:

Wilson Aurelio Acevedo Paredes

C.I. 0302168083

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a dios y a la virgen por ser la luz que me han guiado por el camino correcto en el transcurso de mi vida, bendiciéndome y dándome fuerzas para seguir adelante y cumplir mis metas, a mis queridos padres por ser un pilar fundamental en mis estudios, apoyándome en todo momento por el cual dedico este trabajo de titulación, a mis hermanos por brindarme su apoyo moral en todo momento en los que yo necesitaba, también agradezco al tutor de esta tesis por todo sus conocimientos y los consejos que me logro ofrecer y de esta manera construir una base bien fundamentada de este trabajo .

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de investigación principalmente a mis padres los cuales fueron un pilar fundamental en todos estos años de estudios académicos, quienes me brindaron su apoyo incondicional por su esfuerzo tan grande que hicieron para poderme dar todos los recursos necesarios para mi educación y mi formación profesional.

RESUMEN

Este trabajo de investigación presenta el desarrollo de un sistema electrónico para generación de energía eléctrica en una vivienda rural con alimentación en corriente continua, mediante el uso de la energía solar fotovoltaica como fuente renovable. Para realizar este proyecto, se utilizan diferentes dispositivos electrónicos entre los cuales destaca, el panel solar que sirve para la captación de fotones y generación eléctrica, la tarjeta electrónica Arduino Mega 2560 la cual se encarga del control de todo el sistema y el sistema de baterías para brindar el servicio en horas de la noche o de poca irradiación solar. Mediante el diseño de un sistema electrónico, con un medidor de potencia se determinaron las cargas que se conectaron al sistema de iluminación, cuya información se presenta en una pantalla digital; todo este sistema basado en algoritmos de programación, los cuales ayudan en la determinación de voltaje y corriente eléctrica, con la opción de acceder a red eléctrica convencional en caso de que la batería esté sin carga suficiente. Los resultados de este trabajo permiten que el funcionamiento e implementación del sistema facilite el acceso a la energía eléctrica en zonas remotas, donde el costo de implementar el servicio público resulta alto para sectores de población con bajos recursos económicos, demostrando de esta forma que las nuevas tecnologías que aprovechan el recurso solar son útiles, en este caso con la aplicación en todo el sistema de iluminación de la vivienda, con opciones de escalabilidad a futuro para aumentar los servicios y mejorar la calidad de vida de la población.

Palabras claves: Sistema electrónico de energía solar, alimentación en corriente continua, sistema de iluminación, ahorro económico, energías renovables.



CENTRO DE IDIOMAS

ABSTRACT

This research paper presents the development of an electronic system for electricity generation in a rural housing with direct power by using photovoltaic solar energy as a renewable source. To carry out this project, different electronic devices are used, among which the solar panel that serves for the capture of photons and electricity generation, the Arduino Mega 2560 electronic card which is responsible for the control of the entire system and the battery system to provide service at night or low solar irradiation hours. Through the design of an electronic system, with a power meter, the loads that were connected to the lighting system were determined, whose information is presented on a digital display; this whole system based on programming algorithms, which help in the determination of voltage and electric current with the option to access to a conventional electricity grid in case the battery is not charged enough. The results of this work allow the operation and implementation of the system to facilitate access to electricity in remote areas, where the cost of implementing the public service is high for sectors of the population with low economic resources, thus demonstrating that the new technologies that take advantage of the solar resource are useful, in this case with the application all over the residence lighting system, with future scalability options to increase services and improve the population's quality of life.

KEY WORDS: ELECTRONIC SOLAR SYSTEM, DIRECT CURRENT SUPPLY, LIGHTING SYSTEM, ECONOMIC SAVINGS, RENEWABLE ENERGY.

Azogues, 25 de septiembre del 2019

EL CENTRO DE IDIOMAS DE LA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA, CERTIFICA QUE EL DOCUMENTO QUE ANTECEDE FUE TRADUCIDO POR PERSONAL DEL CENTRO PARA LO CUAL DOY FE Y SUSCRIBO

Abg. Liliana Urgilés Amoroso, Esp.
COORDINADORA CENTRO DE IDIOMAS AZOGUES



ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL	IX
ÍNDICE DE FIGURAS	XII
ÍNDICE DE TABLAS	XIII
CAPÍTULO I	1
PROPUESTA	1
1.1. Antecedentes	1
1.2. Justificación	2
1.3. Definición del problema	3
1.4. Objetivos	3
1.4.1 Objetivo general	3
1.4.2 Objetivos Específicos	3
1.5. Metodología	4
CAPÍTULO II	5
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	5
2.1. Antecedentes de la investigación	5
2.2. Energías renovables	5
2.3. Radiación Solar	6
2.3.1. Radiación solar directa	6
2.3.2. Radiación solar difusa	6
2.3.1 Radiación reflejada	6
2.4. Radiación solar en el planeta tierra	7
2.5. Energía solar fotovoltaica	8
2.6. Energía solar fotovoltaica en el Ecuador	9
2.7. Paneles solares fotovoltaicos	9
2.7.1. Elementos que componen un panel solar	10
2.8. Tipo de paneles solares	11
2.8.1 Panel solar Monocristalino	11
2.8.2 Panel solar Policristalino	12
2.8.3 Paneles solares amorfos	12
2.9. Regulador	13
2.10. Baterías	14
2.11. Arduino	15

2.12. LCD	16
2.13. Vatímetro digital	16
2.14. Fuente de alimentación	17
2.15. Factores que influyen en la instalación de los paneles solares.....	17
2.15.1. Orientación de los paneles solares	18
2.15.2. Inclinação de los paneles solares	18
2.16. Sistemas de generación solar	20
2.16.1. Sistemas aislados	20
2.16.2. Sistemas interconectados a la red	21
2.16.3. Sistemas híbridos	22
CAPÍTULO III	23
DISEÑO Y DESARROLLO DE LA PROPUESTA	23
3.1. Requerimientos del sistema	23
3.2. Descripción del sistema electrónico	23
3.3. Estimación de cargas a alimentar	25
3.4. Selección de la tarjeta electrónica base	26
3.5. Identificación del software	27
3.5.1. Definición del software.....	27
3.6. Desarrollo y conexión del sistema.....	27
3.7. Sistema de control	28
3.8. Diseño del sistema electrónico de transferencia	30
3.9. Diseño de la placa.....	31
CAPÍTULO IV	33
IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO	33
4.1. Interacción del prototipo, sensores y actuadores	33
4.2. Consideraciones para la implementación del sistema fotovoltaico	34
4.2.1. Sistema de baterías	34
4.2.2. Diseño mecánico de la caja base	34
4.2.3. Montaje del panel solar fotovoltaico	36
4.2.4. Configuración de sistemas fotovoltaicos	37
4.2.5. Instalaciones eléctricas internas de la vivienda	37
4.2.6. Verificación de la funcionalidad del sistema.....	38
4.4. Operación y análisis de transferencia eléctrica	42
4.5. . Recopilación de la información del sistema fotovoltaico	43
4.6. Análisis de voltajes.....	44

4.7. Flujo luminoso en corriente continua.....	46
4.8. Mantenimiento y revisiones del sistema solar fotovoltaico	49
4.8.1. Mantenimiento de la batería.....	49
4.8.2. Mantenimiento del panel solar	49
4.9. Costo de la implementación de la red eléctrica convencional en una vivienda rural.....	50
4.10. Costo de la implementación del sistema fotovoltaico	52
CAPÍTULO V	54
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	54
5.1. Conclusiones.....	54
5.2. Recomendaciones.....	55
Bibliografía.....	57
ANEXOS	60

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Reflexión solar.....	7
Figura 2. Radiación solar en el planeta	7
Figura 3. Paneles Solares Fotovoltaicos	10
Figura 4. Composición de un panel solar	11
Figura 5. Módulo solar monocristalino.....	12
Figura 6. Módulo solar policristalino	12
Figura 7. Paneles amorfos.....	13
Figura 8. Regulador de carga	13
Figura 9. Baterías.....	14
Figura 10. Tarjeta Arduino Mega.....	15
Figura 11. Pantalla LCD 16X2.....	16
Figura 12. Vatímetro digital.....	17
Figura 13. fuente de alimentación conmutada.....	17
Figura 14. Posición de los trópicos en la tierra	18
Figura 15. Latitud en el planeta tierra	19
Figura 16. Sistema de generación fotovoltaico aislado	21
Figura 17. Sistema interconectado a la red	21
Figura 18. Diseño de sistema fotovoltaico.....	24
Figura 19. Especificaciones de la tarjeta Arduino Mega 2560.....	26
Figura 20. Sistema combinado en la energización de una vivienda	28
Figura 21. Sistema de control.....	29
Figura 22. Sistema electrónico de transferencia.....	30
Figura 23. Diseño de la placa base	31
Figura 24. placa del sistema electrónico terminada.....	32
Figura 25. conexión del sistema electrónico.....	32
Figura 26. Ubicación de la implementación del proyecto	33
Figura 27. Estructura frontal	35
Figura 28. Estructura posterior	35
Figura 29. Angulo de inclinación optimo durante las estaciones climáticas	36
Figura 30. Instalación del sistema en DC.	41
Figura 31. Vista superior de la vivienda.....	42
Figura 32. Pruebas de funcionamiento.....	43
Figura 33. Voltaje promedio del panel solar	44
Figura 34. Prueba de descarga de la batería	46
Figura 35. Iluminación recomendada para una vivienda	47
Figura 36. Pruebas de iluminación con Luxómetro (Cocina 1)	47
Figura 37. Pruebas de iluminación con el Luxómetro (Cocina 2)	48
Figura 38. Pruebas de iluminación con el Luxómetro (dormitorio).....	48

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Angulo de inclinación y latitud	19
Tabla 2. Estimación de cargas.....	25
Tabla 3. Elementos del proyecto.....	27
Tabla 4. Angulo de inclinación para sistemas fijos.....	37
Tabla 5. Planilla de circuitos.....	39
Tabla 6. Pruebas de carga en la batería	43
Tabla 7. Pruebas de voltajes obtenidos con el panel solar	44
Tabla 8. Informe técnico económico	51
Tabla 9. Informe técnico económica del sistema DC	52

CAPÍTULO I

PROPUESTA

1.1. Antecedentes

Hoy en día, en una vivienda rural se encuentra por lo menos un equipo que para su funcionamiento requiera el uso de energía eléctrica, por lo que en algunos casos se presenta una demanda considerable cuando hay una cierta cantidad de estos elementos. En estos casos, las pérdidas en mayor proporción se evidencian en el sector rural y estratos bajos, que, aunque tengan tarifas subsidiadas, sufren incrementos en los costos, pagando así por la demanda de consumo del servicio de energía eléctrica. (Cardona C. H., 2013)

Uno de los problemas presentes en nuestro medio es el gasto excesivo de energía eléctrica, demostrando poca responsabilidad, especialmente en el sector rural. El desinterés que se tiene por este problema, la falta de mantenimiento, y uso inadecuado, crea la necesidad de pensar en energías alternativas amigables con el medio ambiente para las viviendas.(Cardona & Porras, 2013)

Cabe enfatizar que la energía eléctrica debe ser generada, transportada, distribuida, medida y facturada, por una compañía técnica especializada, siendo esto un problema y un incremento en los costos para una persona que tiene una vivienda alejada de la red eléctrica convencional. Muchas viviendas tienen por lo menos 4 a 5 focos incandescentes o lámparas, las mismas que el usuario enciende y apaga constantemente. Esto es dependiendo, del lugar en el cual estén colocados causando un incremento en el consumo energético.(Cardona & Porras, 2013)

1.2. Justificación

En los sectores rurales, la posibilidad de que las viviendas puedan contar con el servicio eléctrico resulta costoso en muchos casos; por la distancia o la ubicación para el tendido de la red eléctrica, o porque los sistemas que actualmente existen para generar energía por medio del recurso solar también generan un costo elevado en sus componentes. Es por ello, que la utilización de un prototipo para la implementación de un sistema electrónico ayudaría a estos sectores en la posibilidad de un ahorro energético a largo plazo, teniendo un gran impacto a la sociedad.

Por medio de esta tesis y los conceptos a investigar sobre la energía eléctrica, energía solar y el aprovechamiento en corriente continua, se busca tener nuevas opciones de ahorro energético, por medio del diseño de un sistema electrónico con el uso de la energía solar en corriente continua, con lo cual se lograría ahorro en el consumo de energía eléctrica al utilizar un sistema que disminuya la cantidad de equipamiento común en instalaciones de energía solar con uso de corriente alterna.

Al realizar este proyecto de titulación se aplicarán todos los conocimientos adquiridos en el transcurso de la preparación académica, pero sobre todo en el área de energías renovables, punto clave de este trabajo; además se requiere investigar sobre nuevos conceptos en electrónica para realizar la etapa de experimentación en nuevas temáticas relacionadas con la alimentación en corriente continua, que será pilar fundamental para su desarrollo.

Al estar en la mitad del mundo, el potencial de aprovechamiento de la energía solar en nuestro país es enorme; y, su uso extensivo ayudaría a alcanzar una independencia energética de largo plazo.

1.3. Definición del problema

Es evidente hoy en día, que una de las necesidades esenciales en nuestra vida es la energía eléctrica, ya que este servicio ayuda a solventar las insuficiencias requeridas en nuestros hogares. Actualmente nuestro país se encuentra con un cambio en la matriz energética lo que ha ayudado a prevenir apagones y fallos en el sistema eléctrico, sin embargo, gran parte de los sectores de nuestro país cuentan con este servicio energético, aunque una extensión de red es costosa para muchos habitantes. Para lo cual se desarrolla este sistema de generación eléctrica mismo que contribuye para el ahorro de energía eléctrica a largo plazo y todo esto gracias a la energía solar, creando un autoconsumo mediante paneles solares fotovoltaicos, cabe indicar que auto consumir es producir en el mismo lugar que se consume, pero implica una gestión de la demanda y racionalización del consumo.(Style, 2012)

1.4. Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Proponer un sistema de ahorro energético en una vivienda rural, mediante un sistema electrónico que funcione con energía solar y alimentación en corriente continua, para la reducción del consumo eléctrico.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Realizar una investigación bibliográfica, sobre diversos sistemas de generación de energía con recurso solar y alimentación en corriente continua a la red de un domicilio, para obtener una base de los avances desarrollados hasta la actualidad.
- Elaborar un sistema electrónico para una vivienda de tipo rural mediante el uso de equipos y materiales necesarios para manejar el sistema de alumbrado, por medio de un control en corriente continua.
- Obtener respuestas de funcionamiento del sistema para determinar soluciones viables y aportar con conclusiones y recomendaciones sobre el uso de este tipo de tecnología.

1.5. Metodología

Se utiliza el método analítico – sintético, ya que se analizará a diversos autores de tal manera que se resuman todas las ideas que puedan ser útiles para tener tenacidad en la información y el uso de método histórico debido a que gran parte de la información se encuentran en textos y trabajos de titulación en donde exponen sus experiencias en el transcurso de la investigación. Y para el nivel práctico será la utilización del software Arduino con librerías y lenguaje de programación en c con el fin de satisfacer las necesidades planteadas en este proyecto.

En la segunda fase del proyecto de titulación, el método utilizado en el desarrollo es sistémico, analítico-sintético. El cual es un método que permite conocer más el objeto de estudio. El método sintético da la posibilidad de hacer un resumen de todas las ideas fundamentales respecto al tema de estudio.

En la parte final del trabajo de investigación se utiliza el método inductivo – deductivo. Luego del desarrollo completo de las primeras partes se encontrarán las respuestas a las preguntas que fueron planteadas por el investigador, debido a que la deducción es a fin a la inducción, con la cual se obtendrán las conclusiones y recomendaciones pertinentes sobre el trabajo.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. Antecedentes de la investigación

El objetivo de este capítulo es dar a conocer los temas que intervienen en el desarrollo del proyecto tales como son: las energías renovables, los paneles solares, radiación solar, Arduino, baterías, LCD, sensor de corriente, que intervienen en este proyecto.

2.2. Energías renovables

Se definen como aquellas que no consumen recursos y además no contaminan ya que son fuentes inagotables, lo cual se trata de una fuente de provisión que puede hacer de la energía un elemento sostenible, además son fuentes que producen un impacto ambiental mínimo al planeta. Dentro de las energías renovables no solo la energía solar es la única que brinda sustento energético, existen otras fuentes como son la energía hidroeléctrica, la eólica, la biomasa, la geotérmica, y la energía del mar, ya que cada una de estas fuentes tiene diferente forma de suministrar energía y ser explotadas adecuadamente por el ser humano y tener un sustento energético con nuevas alternativas en fuentes energéticas.(Cardona & Porras, 2013)

En la actualidad la mayor parte de energía que se consume es de tipo no renovable, obtenida de combustibles fósiles como son petróleo, gas natural y carbón, pues estos tipos de energías se encuentra por todo el mundo. A diferencia de los sistemas de energías actuales, las energías renovables permiten un aprovechamiento indefinido en el tiempo, de manera que si se consigue un sistema de energía basado en fuentes de energías renovables es seguro que no se agoten.(Jarauta Rovira, 2014)

2.3. Radiación Solar

Se la define como las ondas electromagnéticas emitidas por el sol, las cuales son emitidas en todas las direcciones del planeta. También se puede decir que la radiación solar tiene variaciones temporales lo que quiere decir que los rayos solares llegan con menor o mayor fuerza siendo esto provocado por la nubosidad, y también por los cambios estacionales como en el día y en la noche, provocados por el movimiento de la tierra.(Blasco, 2013)

El recurso solar es enorme, comparado con las necesidades energéticas. Puede ser capturado y transformado en calor o electricidad. Varía en cantidad y calidad en los lugares, pero también en el tiempo, de manera que no son del todo predecibles. Existen tres formas de radiación solar que llegan a la superficie terrestre las cuales se explican a continuación.(Blasco, 2013)

2.3.1. Radiación solar directa

Es la que proviene del sol directamente, es decir los rayos del sol llegan, de forma directa sobre el planeta, sin cambiar de dirección, cuando el cielo está completamente despejado, y no existe ninguna interferencia en su trayecto. (Hernández, 2014)

2.3.2. Radiación solar difusa

Es recibida de la atmosfera como resultado de la dispersión por parte de la radiación solar. En los días en los que esta soleado sin la presencia de nubosidad este tipo de radiación puede suponer aproximadamente el 15% del global, pero en los días en los que este nublado se reduce la cantidad de radiación directa ya que este tipo de radiación aumenta de manera considerable.(Blasco, 2013)

2.3.1 Radiación reflejada

Los rayos del sol rebotan en la superficie terrestre, como muestra en la **Figura 1**. La cantidad de esta radiación depende del coeficiente de reflexión de la superficie o albedo.(Hernández, 2014)

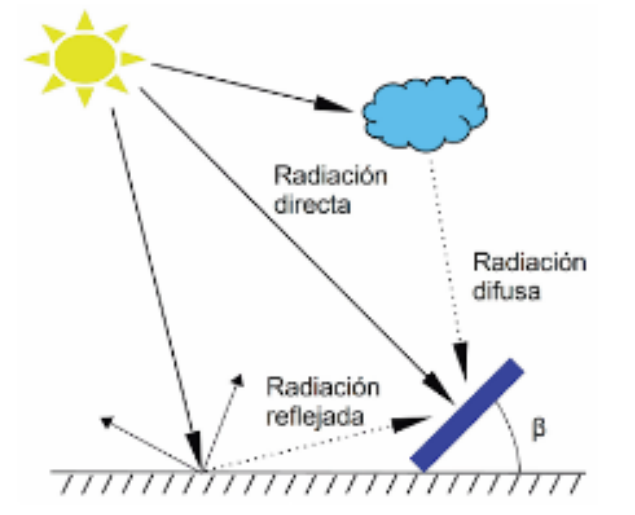


Figura 1. Reflexión solar
Fuente: (Mascarós Mateo, 2016)

2.4. Radiación solar en el planeta tierra

Gran parte de la energía procedente del sol llega al planeta tierra, en forma de radiación electromagnética esto depende de la longitud de las ondas las cuales son más o menos intensas en algunos meses del año.

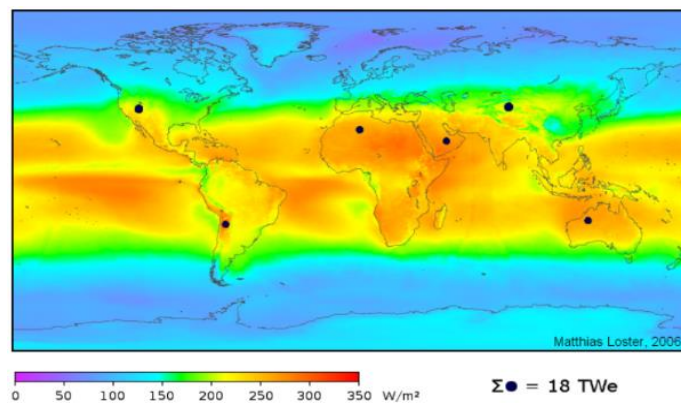


Figura 2. Radiación solar en el planeta
Fuente: (Mónica Sanchez, 2015)

En la **Figura 2**, se puede observar que no toda la radiación del sol llega a todos los rincones de la tierra, pero estos rayos son más intensos en el Ecuador, mientras que en los polos es mucho más débil lo cual influye en el clima del lugar.

2.5. Energía solar fotovoltaica

Cada hora llega suficiente energía solar a la Tierra para abastecer las necesidades energéticas de nuestra nación durante un año, es por esta razón que a la energía solar se considera como una fuente de energía renovable. En la actualidad, muchas personas utilizan la energía fotovoltaica para calentar los edificios, el agua, y para generar electricidad. (Domínguez, 2014)

En la actualidad existen equipos que, generan electricidad a partir de la energía solar, esta se genera en corriente continua, y para su utilización en viviendas es necesario un convertidor a corriente alterna. La mayoría de las personas en el planeta utilizan esta energía, lo que ha incitado a un incremento en la demanda, generando de esta manera una utilización excesiva. Este acontecimiento origina la necesidad de buscar nuevas fuentes y sistemas de generación eléctrica, que están basados, principalmente, en el uso de energías renovables. Los sistemas usuales de generación eléctrica tienen una problemática asociada, que crea la necesidad del desarrollo de otro tipo de fuentes energéticas las cuales se detallan a continuación cuales son y la afección que tienen. (Ortiz, 2017)

- Centrales hidráulicas: son afectadas directamente por el cambio climático y efecto invernadero generando sequías prolongadas, por lo tanto, estas centrales no aseguran la producción estable de electricidad.
- Centrales térmicas: usan combustibles fósiles para la producción de electricidad, provocando una gran cantidad de gases contaminantes los cuales son perjudiciales para el entorno en el que habitamos.
- Centrales nucleares: la principal dificultad de estas centrales es la eliminación de residuos contaminantes que genera, además el riesgo de un accidente nuclear. (Ortiz, 2017)

Un sistema fotovoltaico autónomo convierte la energía que proviene de la radiación solar en energía eléctrica, de fácil generación limpia, amigable con el medio, la cual es almacenada en unas baterías para su posterior uso. Es un sistema simple, que no requiere de una conexión a la red eléctrica convencional, el cual trabaja de forma autónoma para proveer de energía a los diferentes equipos de una vivienda, además son sistemas que se adaptan bien a lugares remotos sin conexión a la red, donde hay un bajo consumo de energía y un buen

recurso solar, siendo de gran utilidad en lugares determinados, y así pueden dar solución a la electrificación de un edificio o una vivienda. (Style, 2012)

Por otro lado, existe sistemas fotovoltaicos los cuales permiten conectarse a la red eléctrica convencional, a diferencia del sistema aislado que es totalmente independiente, el aprovechamiento de esta radiación solar no supone un agotamiento de los rayos solares ya que esta fuente de energía es inagotable y brinda una alternativa para la sociedad al recibir una energía limpia a través de este medio natural. (“Sistemas Fotovoltaicos Conectados a la Red,” 2006)

2.6. Energía solar fotovoltaica en el Ecuador

Según el Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables (INER, 2015), el Ecuador tiene altos niveles de radiación solar, pero la participación de esta fuente para cubrir la demanda energética nacional es mínima, por lo que el país está perdiendo la oportunidad de convertir a la energía solar en la tercera fuente de energía, luego del petróleo y la hidroelectricidad.

Esto significa que es necesario empezar con la cuantificación de este recurso, creando un proyecto de investigación e inversión que beneficie al país. En este contexto, el Instituto Nacional de Eficiencia Energética y Energías Renovables (INER) está dando los primeros pasos para evaluar el recurso solar y utilizar esta información como base para futuros proyectos. (INER, 2015)

2.7. Paneles solares fotovoltaicos

Son placas que transforman la radiación solar en electricidad la cual se genera en corriente continua, a partir de la luz que incide en ellos por medio del efecto fotoeléctrico, haciendo que los fotones que provienen de la radiación solar impacten sobre la primera superficie del panel penetrando en este y siendo absorbido por los materiales semiconductores. (Pérez & Garden, 2015)

Existen tipos principales de células solares fotovoltaicas (PV) - lámina fina y cristalina. Las células cristalinas constituyen más del 90% de los sistemas fotovoltaicos que están conectados a la red en todo el mundo, incluidas las granjas solares y los sistemas montados en edificios. Aunque las células cristalinas son más costosas que las películas delgadas, generalmente son más eficientes y tienen garantías de rendimiento más largas. Las células de silicio se

producen principalmente dopando una fina capa superior con Boro y una capa inferior más gruesa con Fósforo y un último panel que no es muy utilizado en el medio fotovoltaica debido a sus grandes defectos estructurales que hacen ineficiente al momento de su implementación.(Pérez & Garden, 2015)

Estas capas dopadas crean una "zona de agotamiento" intermedia entre ellas y un campo eléctrico resultante. Cuando los fotones que caen sobre el dispositivo transfieren su energía a los electrones, estos últimos son promovidos a la banda de conducción y ganan movilidad. Difundiéndose a la zona de agotamiento, el campo causa un movimiento neto de electrones de la capa de tipo p a la capa de tipo n, si la célula está conectada en un circuito de energía puede entonces ser extraída la **Figura 3** se puede observar los equipos mencionados (Pérez & Garden, 2015)



Figura 3. Paneles Solares Fotovoltaicos
Fuente: (Sandra, 2012)

2.7.1. Elementos que componen un panel solar

Los paneles fotovoltaicos están constituidos por varios elementos por lo que cada elemento tiene diferentes funciones para un funcionamiento eficaz.

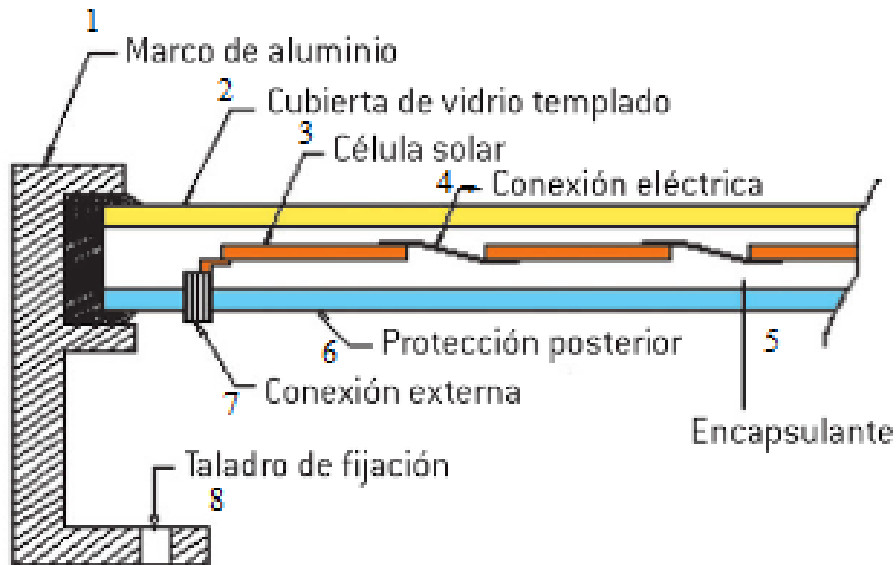


Figura 4. Composición de un panel solar
Fuente: (Roldán Vilorio, 2013)

La **Figura 4** muestra los componentes necesarios para la generación de energía eléctrica.

2.8. Tipo de paneles solares

El elemento principal para transformar la energía solar en energía eléctrica es las células fotoeléctricas, o fotovoltaicas, las cuales funcionan por la incidencia de luz solar, generando de este modo energía eléctrica existen una gran variedad de paneles solares fotovoltaicos en el mercado dependiendo del tipo de fabricación, siendo los más utilizados están contruidos de silicio mono cristalino a continuación detallaremos algunos paneles solares.(Jarauta Rovira, 2014)

2.8.1 Panel solar Monocristalino

Por lo general este tipo de paneles solares están basados en bloques de silicio los cuales está perfectamente cristalizados, son de alta pureza y de forma cilíndrica. Estos tipos de paneles tienen una eficiencia que alcanza un 24%. A continuación, la **Figura 5** muestra el panel solar.(Jarauta Rovira, 2014)



Figura 5. Módulo solar monocristalino
Fuente: (Daniel, 2014)

2.8.2 Panel solar Policristalino

Suministra la tensión perfecta para instalaciones eléctricas de bajo consumo son fabricados en silicio policristalino, no emplean el método Czochralski para este diseño son más asequibles por su bajo coste y gran eficiencia (Daniel, 2014).



Figura 6. Módulo solar policristalino
Fuente: (Daniel, 2014)

2.8.3 Paneles solares amorfos

Están basados en silicio, pero tiene grandes defectos estructurales en su combinación química, y esto reduce su eficiencia y rendimiento. Estos tipos de paneles son utilizados para pequeños dispositivos electrónicos ya que su eficiencia es baja en comparación con los demás paneles. Posee una potencia de 6W. a 12 V. con un máximo de 0.34A. (Daniel, 2014)



Figura 7. Paneles amorfos
Fuente:(Daniel, 2014)

2.9. Regulador

Este tipo de dispositivo vigila los ciclos de la carga y descarga de los acumuladores, y de este modo, protege a los acumuladores el cual es muy usado en una instalación aislada con módulos fotovoltaicos, además que gracias a esto busca el punto máximo de potencia al momento de la instalación de los módulos. (Labarta, 2012)



Figura 8.Regulador de carga
Fuente: (Valentín Labarta, 2012)

El regulador de carga de energía solar puede ser utilizado en varios sectores. Por ejemplo, puede ser utilizado en sistemas solares domésticos, sistemas híbridos, sistemas de bombeo de agua, etc.

2.10. Baterías

Una batería eléctrica convierte la energía química directamente en energía eléctrica, la cual comprende una o más células químicas, viene en diferentes formas, tamaños y se puede utilizar para uso doméstico, robótica, aplicaciones industriales etc. La función primordial de estos elementos es la de acumular la energía generada por los paneles solares (Labarta, 2012).



Figura 9. Baterías
Fuente: (Roldán Vilorio, 2013)

Las baterías en este proyecto están presentes para acumular la energía creada por el sistema fotovoltaico, y lo almacenan para ser utilizado durante la noche o cuando no hay radiación solar. En algunos casos, las baterías solares tienen su propio inversor y ofrecen una conversión de energía integrada. A diferencia de las empresas eléctricas convencionales, este sistema es autosustentable, requiere un mantenimiento mínimo, y es de bajo costo comparado con las empresas eléctricas, ya que estas necesitan de redes para poder transportar la energía, ofreciendo a sus clientes un acceso consistente y confiable a la electricidad en sus hogares y negocios. Para lograrlo, deben asegurarse de que la red eléctrica, disponga de electricidad suficiente para satisfacer la demanda. Si en un momento dado hay muy poca o demasiada electricidad en el sistema, es más probable que experimenten fallas o cortes del servicio. Este cuidadoso equilibrio entre la oferta y la demanda se convierte en un reto aún mayor a medida que se añaden a la red más recursos renovables, como la energía solar y eólica. (Valentín Labarta, 2012)

2.11. Arduino

A través del tiempo la tecnología ha evolucionado, ofreciendo nuevos dispositivos que facilitan el desarrollo de proyectos en diversos campos de la electrónica; uno de estos es el software y hardware Arduino, el cual se compone de diferentes placas con el entorno de desarrollo en un lenguaje de programación basado en c y c++ (Goilav & Loi, 2016).



Figura 10. Tarjeta Arduino Mega
Fuente. (“Arduino - Home,” 2005)

La plataforma Arduino brinda la oportunidad de desarrollar una programación fácil orientada a objetos, el cual ofrece diversas ventajas con respecto a otros microcontroladores y sistemas de desarrollo como se mencionan a continuación:

- La tarjeta Arduino Mega 2560 permite simplificar el trabajo, a diferencia de otros microcontroladores los cuales están orientados a la programación y control.
- Está presente en nuestro medio y posee un bajo costo, ya que estas placas Arduino son más accesibles y baratas que RaspberryPi, Orange Pi, e incluso LattePanda.
- El entorno de la programación es simple, fácil de usar es apto para personas con experiencia y principiantes.
- Arduino es multiplataforma, por lo que funciona con sistemas operativos tales como Windows, Linux y OSX. Además, esta plataforma tiene una licencia libre para ser utilizado por estudiantes, y desarrolladores experimentados, entre otros, e incluso mediante esta plataforma pueden profundizar sus conocimientos y realizar múltiples proyectos avanzados. (Edgar, 2015)

2.12. LCD

Son pantallas de cristal líquido los cuales son diseñados para mostrar la información en forma gráfica, así como la visualización de caracteres y símbolos, existen de diferentes tamaños, disponibles en el mercado, los LCD más utilizados dentro de la electrónica son los alfanuméricos con tamaños entre 16x2 y 20x4 respectivamente. En este proyecto se utiliza para visualizar parámetros tales como: corriente, voltaje de carga de los paneles, voltaje de la batería y el controlador. (González, 2013)

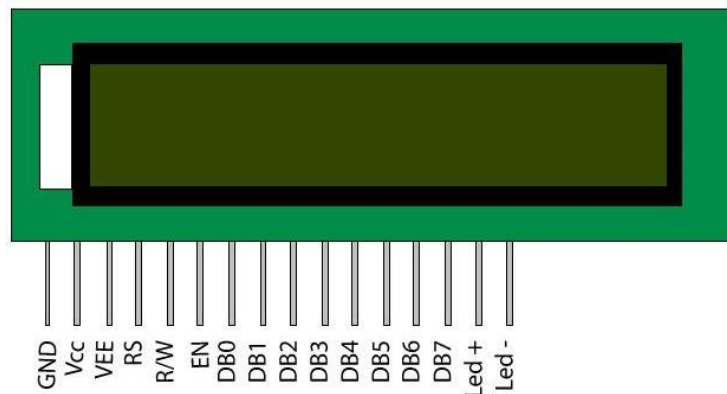


Figura 11. Pantalla LCD 16X2

Fuente: (González, 2013)

2.13. Vatímetro digital

el vatímetro digital es un módulo sensor de medición de alta resolución, alta precisión y gran escala que puede medir el voltaje, la corriente y la potencia de varios módulos electrónicos y equipos eléctricos dentro de 26V 8A, y el error relativo máximo es menor a ± 0.2 . Se puede utilizar para el consumo de energía o la evaluación de la vida útil de la batería de los sistemas de energía solar, baterías, motores, controladores o módulos electrónicos etc. (DFROBOT, 2019)



Figura 12. Vatímetro digital
Fuente: (DFROBOT, 2019)

2.14. Fuente de alimentación

Es una fuente conmutada, capaz de proporcionar hasta 120 W de potencia con una salida constante de 12 V y una corriente continua de 10A se puede usar en diferentes aplicaciones desde el uso doméstico hasta el uso industrial, entre sus principales usos se encuentra en la automatización, cámaras de video vigilancia, amplificadores para auto, entre otros. Consta de cuatro protecciones diferentes que permiten un uso seguro y confiable protegiéndolo de sobre cargas, corto circuito, térmica. Trabaja convirtiendo la energía eléctrica de alterna a directa y posee una eficiencia superior que otras fuentes, a continuación la **Figura 13** indica el dispositivo.(Nieto, 2014)



Figura 13. fuente de alimentación conmutada.
Fuente:(Nieto, 2014)

2.15. Factores que influyen en la instalación de los paneles solares

Es importante tener una inclinación de 15° en dirección norte en los paneles fotovoltaicos, con el fin de recibir la mayor cantidad de rayos solares

aprovechando de forma eficiente este recurso natural generando de esta manera la mayor cantidad de energía eléctrica posible. (Daniel, 2014)

2.15.1. Orientación de los paneles solares

La orientación de los paneles solares varía de acuerdo con el lugar en el cual vayan a ser utilizados para un máximo aprovechamiento de los rayos solares, para una correcta instalación de estos se debe orientar de la siguiente manera como se explica a continuación:

Dependiendo del lugar a ubicar se orientará los paneles fotovoltaicos, considerando que si se instala el sistema en el sector norte del hemisferio terrestre tendrá una inclinación con vista hacia el sur, y si el sistema se quiere ubicar en el sector sur del hemisferio terrestre se tendrá que ubicar con una determinada inclinación en dirección norte, para ambos casos varía el grado de inclinación dependiendo del sector en el que se desee ubicar. (Daniel, 2014)



Figura 14. Posición de los trópicos en la tierra
Fuente: (Alvares, 2017)

2.15.2. Inclinación de los paneles solares

Para la instalación de los paneles solares se debe conocer la latitud geográfica del sector en el cual se quiere implementar. Para conocer estos datos existen diferentes dispositivos que realizan este trabajo, tales como: GPS o herramientas de software como el Google maps, las cuales facilitan la ubicación de diferentes

lugares del planeta. Para determinar el ángulo de inclinación del panel solar fotovoltaico se hizo uso de la siguiente **Tabla 1** el cual indica la latitud del lugar y el ángulo de inclinación para este propósito.(Mascarós Mateo, 2016)

Tabla 1. Angulo de inclinación y latitud

Latitud del lugar (en grados)	Angulo de inclinación fijo
0° a 15°	15°
15° a 25°	La misma latitud
25° a 30°	Latitud más 5°
30° a 35°	Latitud más 10°
35° a 40°	Latitud más 15°
40° o más	Latitud más 20°

Elaborado por: El Autor.

Fuente: (Mascarós Mateo, 2016)

Como el Ecuador se encuentra ubicado en el hemisferio sur, entonces lo recomendado por esta tabla es lo siguiente, el ángulo de inclinación será de 15° con dirección norte, tomando en cuenta que dicho proyecto se está realizando en la Provincia del Cañar siendo más exactos en la ciudad de Biblián.(Mascarós Mateo, 2016)

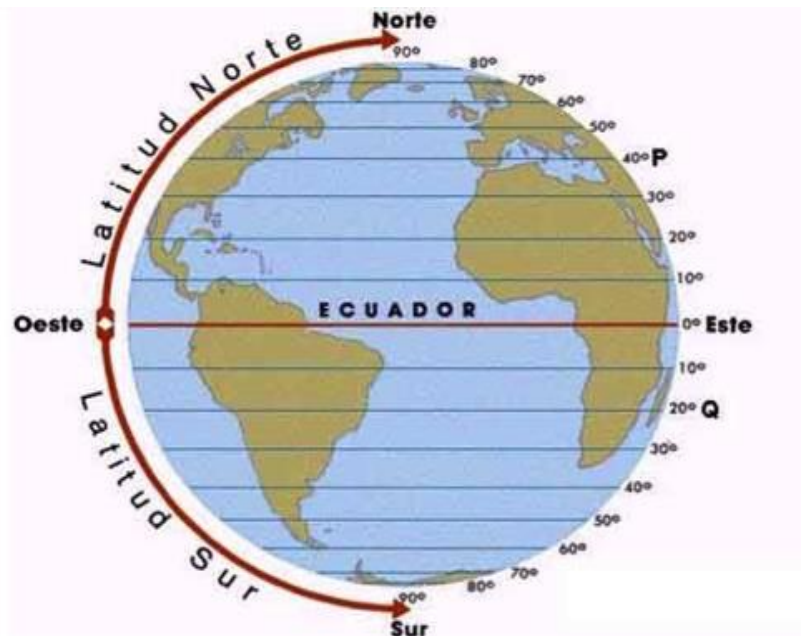


Figura 15. Latitud en el planeta tierra

Fuente: (Mascarós Mateo, 2016)

En la imagen se puede observar que el ángulo de inclinación es de unos 0° a 15° además se puede observar las latitudes de los demás países a los que deberían ser inclinados los paneles solares fotovoltaicos.

2.16. Sistemas de generación solar

Es una fuente de energía, la cual utiliza células fotovoltaicas convirtiéndola de manera directa la energía lumínica en eléctrica. Por lo general es utilizado en zonas aisladas de la red de distribución eléctrica convencional, el cual permite trabajar de forma independiente o combinada con sistemas de generación eléctrica. Esta tecnología se desarrolla desde hace algunos años, siendo una manera de generación eficiente de autoconsumo en viviendas y edificios, de esta forma, muchos hogares ya están experimentando esta nueva opción para el sustento de la energía.(Mascarós Mateo, 2016)

En la actualidad estos sistemas fotovoltaicos se utilizan con mayor frecuencia, con el objetivo de sustituir a los generadores diésel, que tiene un gran impacto en el medio ambiente, en países desarrollos estos sistemas se pueden ser utilizados en áreas rurales para el suministro de la electricidad, solucionando las diferentes necesidades de las personas.

2.16.1. Sistemas aislados

Estos sistemas almacenan la energía en un banco de baterías, para posteriormente utilizarla durante noche o en los días nublados, por lo que es un sistema completamente independiente y su energía es 100% renovable y limpia, son comunes en zonas rurales, o donde no llega la red eléctrica convencional, a continuación la **Figura 16** muestra dicho sistema. (CEMAER, 2016)

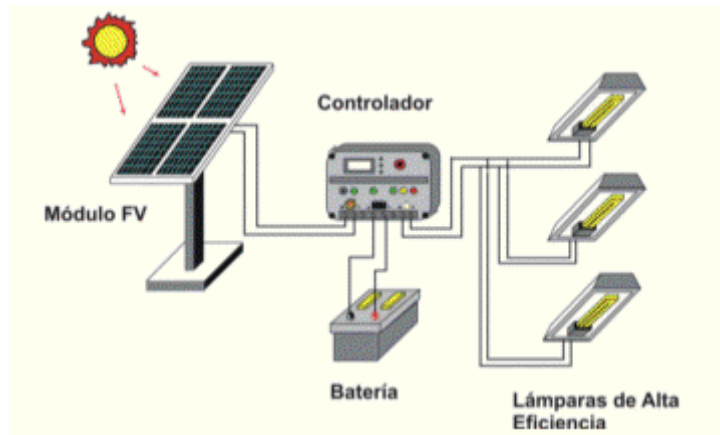


Figura 16. Sistema de generación fotovoltaico aislado
Fuente: (Omar, Solís; Díaz, 2012)

2.16.2. Sistemas interconectados a la red

Este sistema opera interconectado a la red eléctrica y a los paneles solares, por lo tanto, utiliza energía de las dos fuentes. En la mayoría este tipo de sistema tiene que realizar un contrato con la compañía de distribución eléctrica que verifique que el sistema cumpla con las regulaciones de este sistema. (CEMAER, 2016)

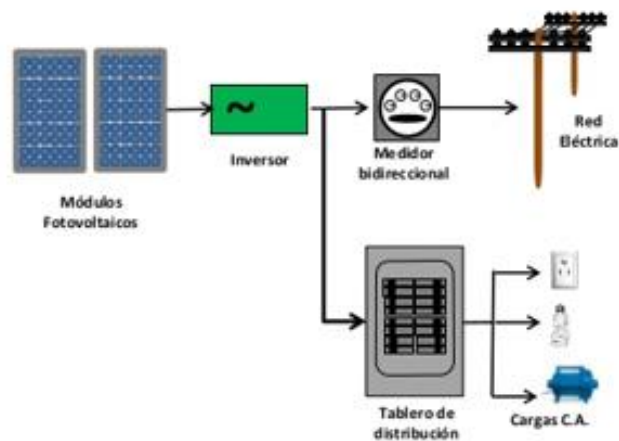


Figura 17. Sistema interconectado a la red
Fuente: (Monycon S.A. de C.V, 2011)

Aparte de los sistemas ya mencionados existe otro sistema de generación con energías renovables como se describe a continuación:

2.16.3. Sistemas híbridos

consiste en la combinación de dos fuentes de energías renovables para la generación eléctrica ya que un sistema fotovoltaico al incorporar otro generador de energía se considera como híbrido, por lo general para esta combinación se utiliza una energía eólica. La forma de saber si este tipo de sistema es factible para su implementación y generación es mediante simulaciones con softwares especializados.(Juan, Gutiérrez; Edwin, 2014)

CAPÍTULO III

DISEÑO Y DESARROLLO DE LA PROPUESTA

Este capítulo tiene como finalidad describir el diseño y desarrollo del sistema planteado como son: panel solar fotovoltaico, batería de ciclo profundo, regulador de carga, sistema moderador de transferencia, así como el sistema combinado que posee el equipo.

3.1. Requerimientos del sistema

El objetivo de este proyecto es desarrollar un sistema autosustentable es decir consumir en donde se produce, que sea capaz de producir y almacenar electricidad de forma independiente al entorno al cual se asigne, satisfaciendo las necesidades requeridas por los habitantes de un determinado sector.

3.2. Descripción del sistema electrónico

Para el desarrollo de este sistema fotovoltaico en corriente continua, se aprovecha la energía solar convirtiéndola en energía eléctrica. Este sistema es desarrollado en corriente continua y está controlado por un procedimiento automático el cual determina la carga de la batería y las cargas a la que están conectadas a la vivienda. La fuente que genera la energía eléctrica la dispone un panel solar que suministra una tensión de 18V, una corriente de 3.9A y una potencia de 60W mismo que ayuda a almacenar la energía en la batería que consta de un regulador de voltaje que permite proteger de sobrecargas y posibles daños a la batería.

La idea principal es independizar el sistema de iluminación de la red eléctrica convencional, en este caso se opta por realizar una placa para conservar la opción de acceder a esta en caso de fallas. Para este propósito se diseña un circuito electrónico, que activa la red eléctrica externa cuando la batería esté por agotarse, permitiendo que haya disponibilidad de este servicio el tiempo que requiera la vivienda; además, consta de una pantalla LCD para indicar el estado

del sistema, nivel de tensión de la batería y panel fotovoltaico. A continuación, la **Figura 18** muestra el ejemplo del sistema desarrollado.

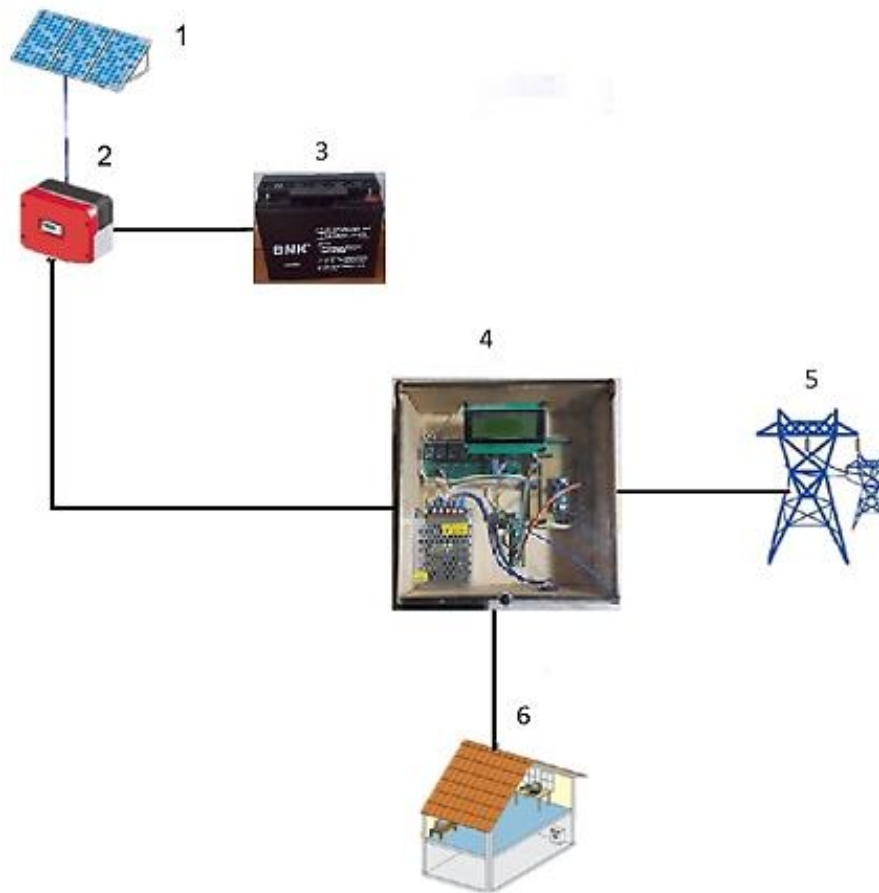


Figura 18. Diseño de sistema fotovoltaico.
Elaborado por: El Autor.

En la **Figura 18** se observa los diferentes componentes del sistema fotovoltaico.

1. Panel solar
2. Regulador de voltaje 5
3. Batería
4. Sistema fotovoltaico de control
5. Red eléctrica
6. Vivienda

3.3. Estimación de cargas a alimentar

En la **Tabla 2** muestra la estimación máxima a ser alimentadas por el sistema fotovoltaico en las cuales se considera la potencia promedio y la potencia total, así como el consumo diario.

Tabla 2. Estimación de cargas

Equipo	Potencia	Cantidad	Horas de uso	Total, en Wh/día
Iluminación	10W	6	4	240Wh

Elaborado por: El Autor.

Para realizar el cálculo del número de paneles y el número de baterías se tiene en consideración algunos datos como el total del consumo de potencia diaria, la potencia del panel y las horas de sol pico dentro de la provincia del Cañar. Para este cálculo se ha elegido un módulo de 60W y una batería de ciclo profundo con un voltaje de 12V/18Ah

Ecuación 1. Fórmula para la determinación de paneles

$$N_{\text{paneles}} = \frac{\text{consumo diario}}{\text{potencia del panel} * \text{HSP (hora sol pico)}}$$
$$N_{\text{paneles}} = \frac{240\text{Wh}}{60\text{W} * 4.58\text{h}} = \frac{240\text{Wh}}{274.8\text{Wh}} = 0.87$$

Fuente: (Guzñay, 2013)

Para el cálculo de los módulos fotovoltaicos para el sistema se tiene que con un panel de 60W es suficiente para las necesidades que se requiere, pues se necesita 0.87 paneles determinando que con 1 panel se cubre la demanda y así alimenta las cargas planteadas anteriormente.

El cálculo del consumo de corriente se explica en la siguiente ecuación:

Ecuación 2. Fórmula para la determinar el consumo eléctrico

$$C = \frac{\text{energía total} * \text{días de autonomía}}{\text{Profundidad Descarga} * \text{tensión de la batería}}$$
$$C = \frac{240\text{Wh} * 2}{0.8 * 12\text{V}} = 50\text{Ah}$$

Fuente: (Guzñay, 2013)

Para obtener el número de baterías se divide el resultado de la ecuación anterior que es la corriente para los dos días de autonomía planteados, con el valor de la batería seleccionada para el sistema fotovoltaico.

Ecuación 3. fórmula para determinar el número de baterías

$$N_{bat} = \frac{50Ah}{18Ah} = 2.77$$

Fuente: (Guzñay, 2013)

En el cálculo para el número de batería se tiene que se necesitaría 2.77 baterías lo que daría a utilizar 3 para este propósito y de esta manera satisfacer las necesidades requeridas para los días de autonomía planteados.

3.4. Selección de la tarjeta electrónica base

Para el desarrollo del proyecto se ha visto conveniente la utilización de la tarjeta electrónica Arduino Mega 2560, que es común en el sector de bajo costo, además cumple con las características básicas requeridas. A continuación, la **Figura 19** muestra algunas de estas características.



Figura 19. Especificaciones de la tarjeta Arduino Mega 2560.
Fuente: ("Arduino - Home," 2005)

3.5. Identificación del software

Para la evaluación se considera todos los componentes que forman parte de este proyecto, revisando su desempeño y operación.

3.5.1. Definición del software

Arduino es una plataforma de código abierto, diseñada para facilitar el uso de la electrónica, no requiere de licencia lo cual permite usarse en el desarrollo de cualquier proyecto.

Para la instalación del software Arduino en el ordenador es necesario fijarse en lo siguiente:

- El ordenador soporte el programa a instalar y sea compatible con el mismo.
- Revisar las actualizaciones de Windows ya que estas avalan la instalación correcta del software.
- Reiniciar el equipo garantiza la instalación correcta.
- Asegurarse de implementar todas las librerías necesarias para el desarrollo del proyecto.(Banzi et al., 2003)

3.6. Desarrollo y conexión del sistema

Este sistema está diseñado para solventar problemas de energía eléctrica en una vivienda de tipo rural con la generación de electricidad en corriente continua. El perfeccionamiento está basado en la utilización de energías renovables, las mismas que al usar una energía limpia y no contaminante, ayudan a cuidar el medio ambiente. A continuación, la siguiente

Tabla 3 da a conocer los equipos los cuales deben cumplir las siguientes características:

Tabla 3. Elementos del proyecto.

Cantidad	Equipo	Características
1	Panel fotovoltaico	60W/18V
3	Batería ciclo profundo	12V/18 Ah
1	Regulador de carga	12V/5 A
1	Sistema electrónico de transferencia	Control/selección de la fuente Control de luminarias

Elaborado por: El Autor

Teniendo en cuenta todos los elementos para el sistema fotovoltaico y la tarjeta electrónica, la misma que mide los niveles de voltaje del panel, la batería y el consumo de las cargas, a continuación, la **Figura 20** muestra la conexión combinada del sistema con la red eléctrica.

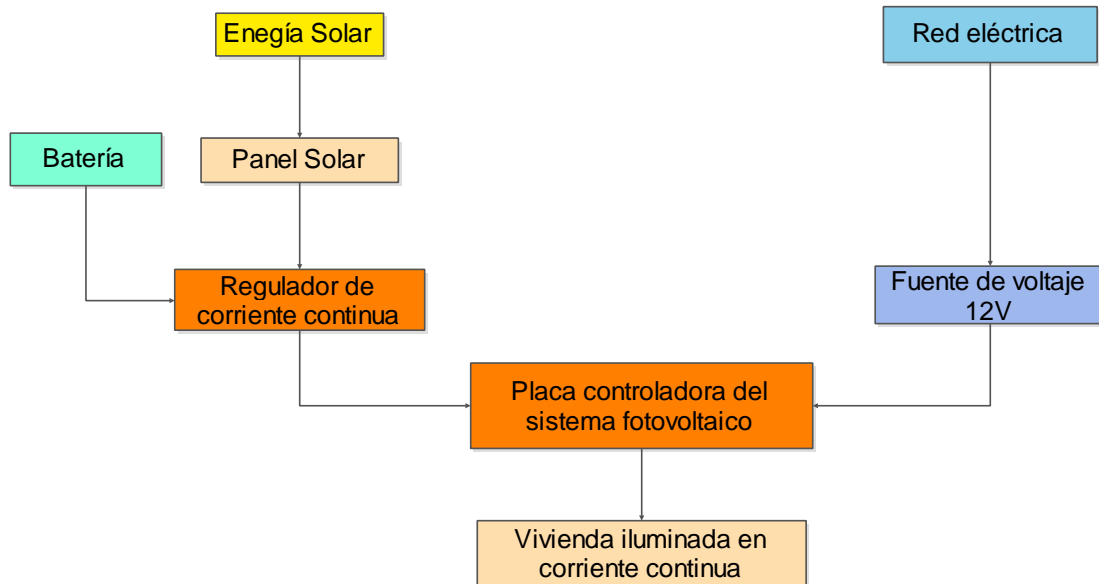


Figura 20. Sistema combinado en la energización de una vivienda
Elaborado por: El Autor.

3.7. Sistema de control

El elemento primordial en este proyecto es el módulo Vatímetro, el cual determina los estados de la batería, el panel y las cargas conectadas, basándose en la medición de corriente de los diferentes dispositivos mencionados. Se encuentra ubicado en la caja electrónica de control, el cual mediante la tarjeta electrónica toma las decisiones de alimentación de energía del proyecto como indica el diagrama de flujo de la **Figura 21**.

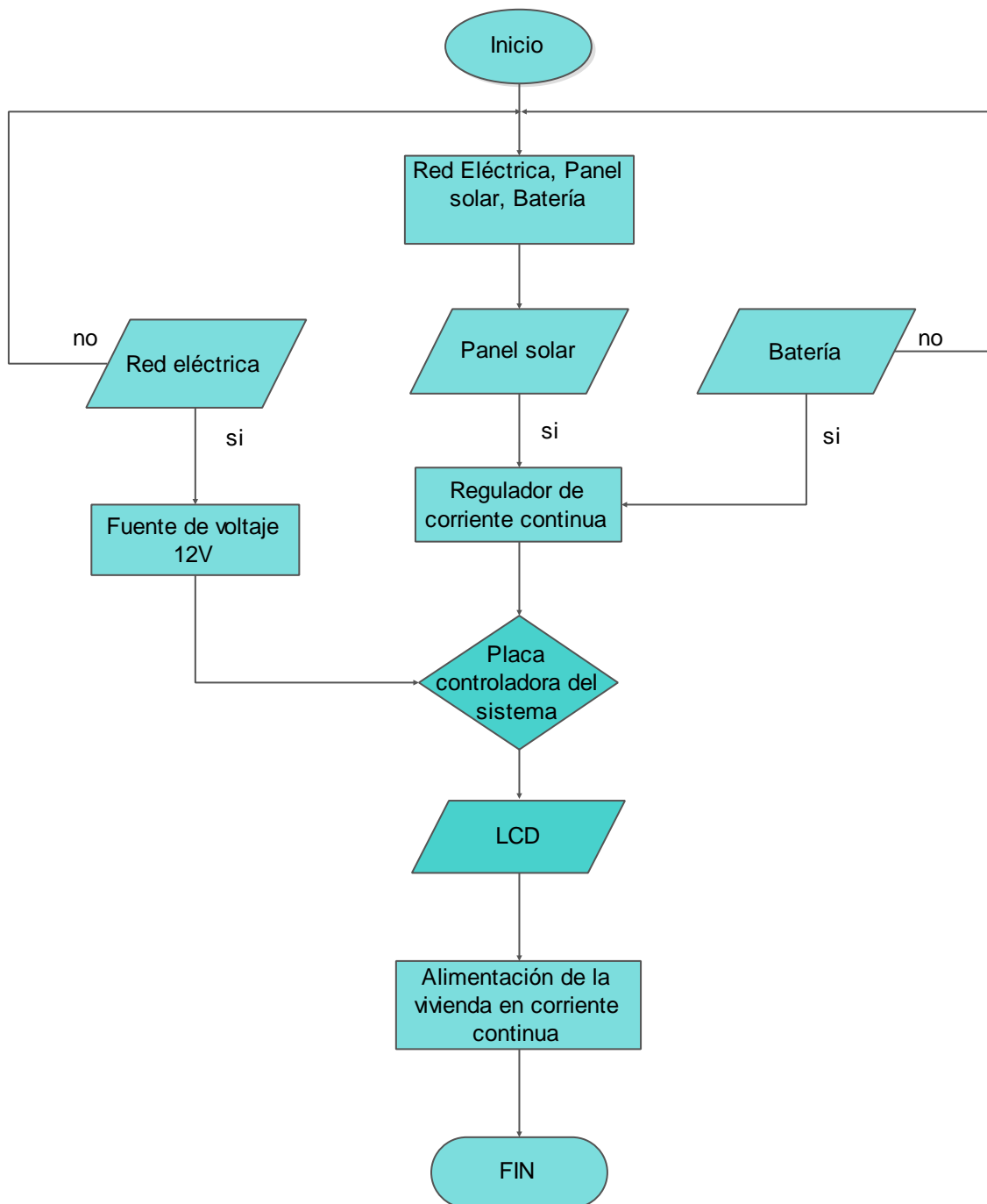


Figura 21. Sistema de control
 Elaborado por: El Autor

Para realizar el diseño se utiliza el programa Eagle, el cual es un software de delineación de alto nivel, tomando como base al Arduino Mega 2560, que es el dispositivo que se utiliza para el desarrollo de este diseño, además de diferentes componentes electrónicos.

3.9. Diseño de la placa

Para realizar el proyecto se optó por el diseño del circuito controlador en una placa electrónica, la cual está constituida por pistas de buses de material conductor laminados sobre una base no conductora como se puede observar en la **Figura 23**

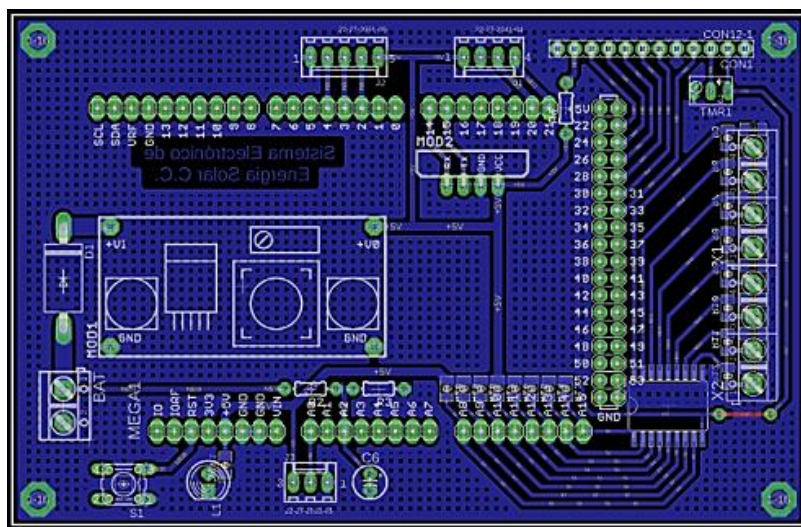


Figura 23. Diseño de la placa base
Elaborado por: El Autor

La tarjeta impresa, sirve para conectar eléctricamente los diferentes componentes a través de las pistas conductoras, y sostener mecánicamente mediante la base y los elementos electrónicos. La tarjeta de este proyecto es de baquelita con pistas de cobre la cual abarca los diferentes componentes electrónicos como son: resistencias, condensadores, diodos, entre otros.

Al terminar de ensamblar todos los dispositivos se realiza las pruebas de funcionamiento de esta placa electrónica con el prototipo, y observar si existe algún fallo en el sistema para poder corregir los errores, la **Figura 24** muestra el sistema ensamblado.

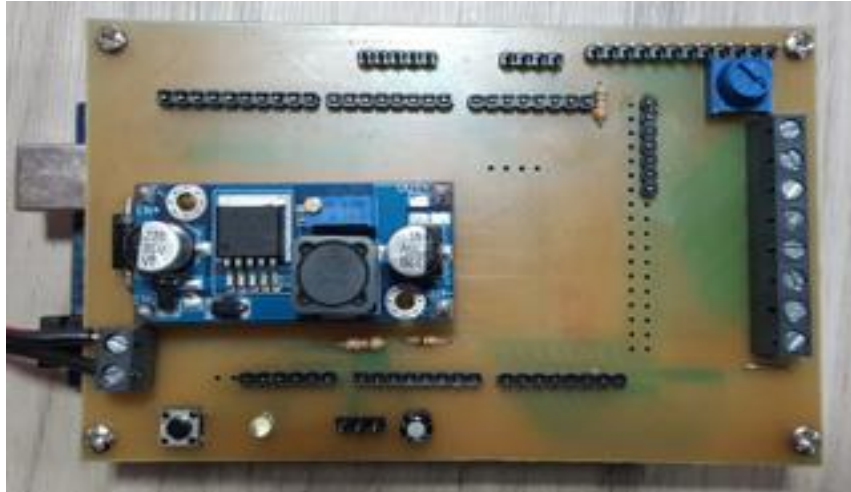


Figura 24. placa del sistema electrónico terminada
Elaborado por: El Autor

Para el funcionamiento de la tarjeta electrónica se realiza la conexión de todo el sistema acompañado de los componentes que forman parte de este prototipo, y de esta manera realizar diferentes pruebas de funcionamiento la **Figura 25** muestra toda la conexión de todo el sistema electrónico.

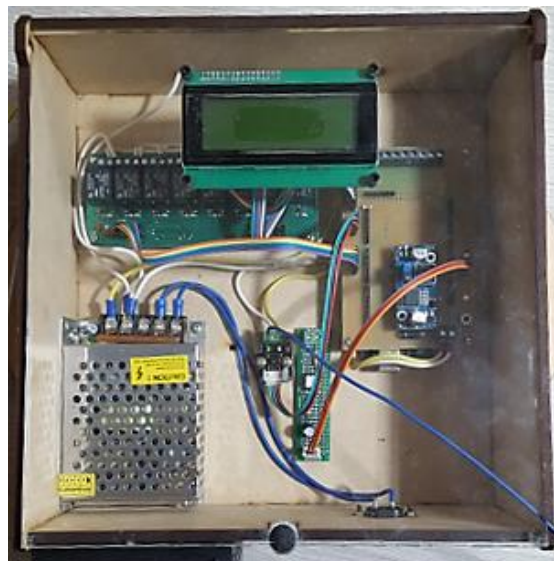


Figura 25. conexión del sistema electrónico
Elaborado por: El Autor

CAPÍTULO IV

IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO

En este capítulo se detallará el procedimiento que se siguió para la implementación del sistema.

En principio se realizó la visita al lugar en donde se va a implementar este sistema de generación eléctrica, el cual se efectuará en la provincia del Cañar cantón Biblián, sector Cruz Pamba donde se realiza la inspección y se determina los materiales necesarios; el ángulo de inclinación del panel solar para una rendición óptima del sistema.

Según el funcionamiento que brinden los equipos colocados en la vivienda, se podrá determinar la confiabilidad de este sistema para la utilización en viviendas de tipo rural de similares características, una vez constatado el lugar y el posicionamiento del equipo de control. **Figura 26.** Ubicación de la implementación del proyecto

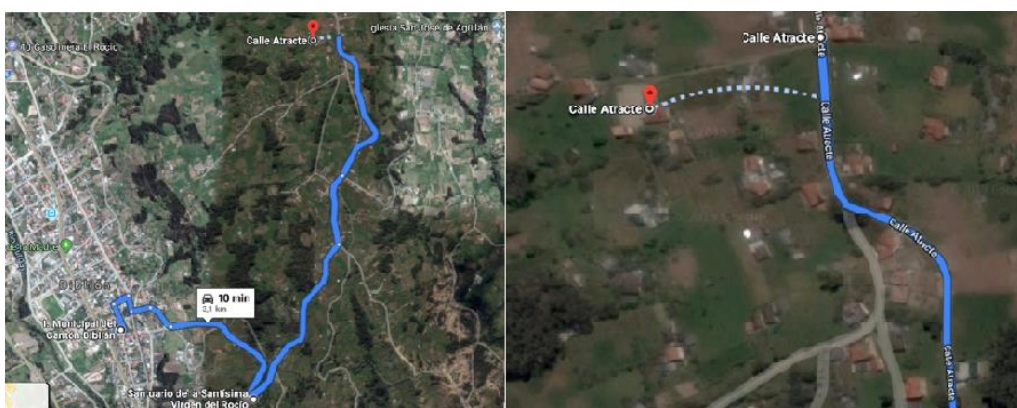


Figura 26. Ubicación de la implementación del proyecto
Fuente: ("Biblián - Google Maps," n.d.)

4.1. Interacción del prototipo, sensores y actuadores

Al estar desarrollado este sistema en el software y placa Arduino, se crea una interacción entre los sensores, permitiendo la visualización de la información de estos en el LCD, dependiendo del consumo eléctrico que tenga la vivienda. En este sentido, es importante destacar que en el LCD se muestra la medición de la generación, consumo, y almacenamiento de la energía.

4.2. Consideraciones para la implementación del sistema fotovoltaico

Es importante conocer los diferentes tipos de generación de energía alternativa, así como sus componentes e instalaciones eléctricas interiores y ubicación del panel solar fotovoltaico a continuación se detalla los aspectos a tener en cuenta:

- La estructura y ángulo de inclinación del panel solar con relación al calendario solar.
- La incidencia solar en el sector.
- La estructura tendrá que ser de un material resistente a la corrosión, en este caso se utilizó hierro negro y acabado en pintura anticorrosiva.
- La instalación eléctrica a implementarse en este sistema de generación fotovoltaica es especial, es decir, son diferentes a las instalaciones eléctricas convencionales en corriente alterna.
- Los sistemas de baterías deben ser colocadas en serie con un controlador el cual permita la carga de las mismas.

4.2.1. Sistema de baterías

El banco de baterías debe estar conectado al controlador para proteger de posibles sobrecargas. Tanto la batería, el controlador y los demás componentes, están ubicados en un ambiente fresco y totalmente seco lo cual ayuda a extender la vida útil de estos equipos. Estos elementos estarán ubicados cerca del lugar de la instalación para evitar la caída de tensión optimizando el sistema.

4.2.2. Diseño mecánico de la caja base

Está diseñada para proteger a los elementos del sistema, la cual fue desarrollada en madera y acrílico. Estas características están asociadas para proporcionar la durabilidad de los equipos electrónicos y la protección suficiente contra el polvo para la protección de los diferentes componentes. Además, en la implementación se observó la necesidad de desarrollar una caja de composición mixta (madera y plástico), cuyas características se detallan a continuación.

La estructura se desarrolló en el software AutoCAD, la cual posee la siguiente medida: ancho 50cm, largo 50cm y en la parte central va colocado un LCD de 10cm como se puede apreciar en la **Figura 27**.

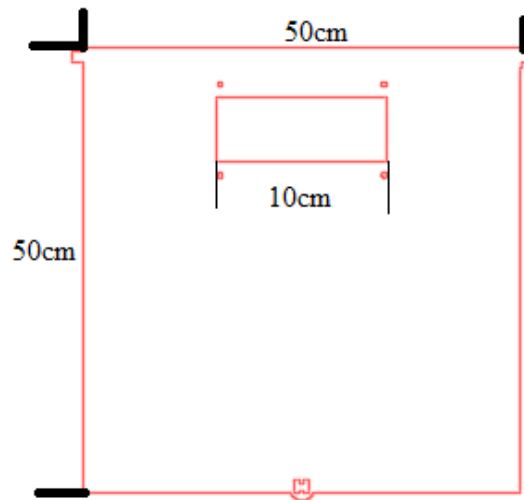


Figura 27. Estructura frontal
Elaborado por: El Autor

En la **Figura 28** se puede observar la estructura posterior de la caja la cual va empotrada a la pared y soporta todos los componentes teniendo las siguientes medidas 50cm de ancho y 50cm de largo con un soporte de 15cm.

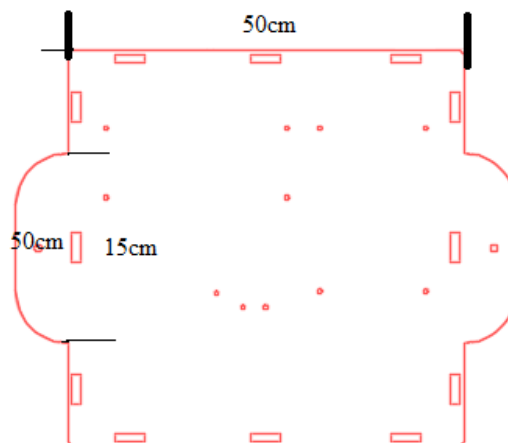


Figura 28. Estructura posterior
Elaborado por. El Autor

Esta estructura se desarrolló con la finalidad de crear un centro fijo de control y centralización del proyecto para que las placas de control no sufran daños por el polvo o la exposición a la intemperie de esta manera mejorando la presentación y distribución de los componentes.

4.2.3. Montaje del panel solar fotovoltaico

El panel solar se ubicó en el domicilio a un ángulo de 15° en dirección norte; para esto se utilizó una estructura metálica, la cual se encuentra ubicada sobre el tejado de la vivienda, soportando al panel solar que debe quedar firme para que opere de una manera óptima teniendo una mayor incidencia de rayos solares sobre el módulo fotovoltaico.

La orientación del panel se define en base al hemisferio en que se encuentre ubicado, es decir si se está ubicado en el norte los paneles serán orientados al sur y si se encuentra ubicado en el hemisferio sur estos tendrán que ser orientados hacia el norte.

El ángulo se determina de acuerdo a las estaciones del tiempo entre invierno y verano, los paneles deben ser instalados a un ángulo medio para obtener un rendimiento adecuado durante las estaciones climáticas presentes en el sector a continuación en la se puede apreciar los posibles ángulos que se utilizan para la instalación de estos.

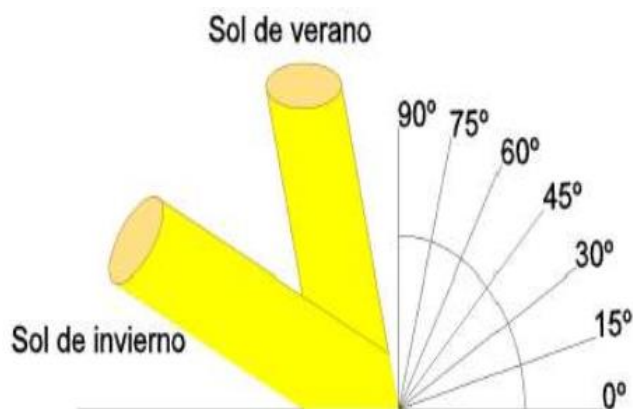


Figura 29. Angulo de inclinación óptimo durante las estaciones climáticas
Fuente: (Eliseo, 2019)

La inclinación solar mínima que debe tener un panel solar es de 15° para evitar la acumulación de polvo y agua, aunque al aplicar una inclinación igual a la latitud del lugar donde se encuentra la vivienda se mejora el rendimiento promedio.

Tabla 4. Angulo de inclinación para sistemas fijos

Longitud del lugar en grados	Angulo de inclinación fijo
0° a 15°	15°
15° a 25°	La misma latitud
25° a 30°	Latitud más 5°
30° a 35°	Latitud más 10°
35° a 40°	Latitud más 15°
40° o mas	Latitud más 20°

4.2.4. Configuración de sistemas fotovoltaicos

Pueden ser configurados de acuerdo a las necesidades requeridas por el usuario, lo importante de este sistema es que esta desarrollado en un sistema autónomo el cual debe abastecer la demanda máxima en su totalidad. Este sistema está diseñado para ser utilizado en las periferias de la ciudad o en el campo en una vivienda rural y hay que considerar el uso que se le va a dar a esta energía que, en este caso, como se mencionó en los apartados anteriores, se usa solo para iluminación de una vivienda en corriente continua.

4.2.5. Instalaciones eléctricas internas de la vivienda

Para realizar la implementación de este proyecto se procedió a realizar nuevas instalaciones considerando lo siguiente.

➤ Tipo de conductores y distancia de cableado.

En el mercado existen varias clases de conductores, los más utilizados son los de cobre y se caracterizan por el tipo de instalación a realizarse siendo estos:

- TW
- THW
- THWN
- THNN

Para realizar la instalación eléctrica domiciliaria de este proyecto, se utilizó conductores de cobre #14, tipo TW 600V, 60°C; los mismos pueden ser rígidos.

Para la alimentación directa desde la batería se utiliza este conductor y como retroalimentación se utiliza un conductor flexible #18 ya que puede ser utilizado en lugares secos y húmedos según la norma ecuatoriana de la construcción el cual indica que se debe establecer lineamientos sobre los materiales eléctricos y su uso adecuado en espacios con instalaciones eléctricas para la prevención de accidentes y la disminución de riesgos. Cabe recalcar que las conexiones deben ser independientes y considerar la distancia para evitar caídas de tensión, lo que implica delimitar los empalmes a realizar (Sandoya, Iza, Medina, & Rosero, 2018).

➤ Las luminarias a utilizarse.

Son equipos que sirven de soporte y conexión a la red eléctrica generadores de luz (llamados a su vez bombillos o focos), como el proyecto funciona en corriente continua, para que cumpla su función eficientemente es necesario que cumpla ciertas características.

- 600 lúmenes
- Modelo Silvania
- Alta eficiencia
- Control preciso y dirección del flujo luminoso
- Mínimas emisiones de radiaciones infrarrojas y ultravioletas
- Potencia máxima 10W.
- Voltaje operativo 12V.

➤ Los interruptores.

Son dispositivos los cuales permiten o cortan el flujo eléctrico, es usado frecuentemente para el encendido o apagado de lámparas, está compuesto por dos contactos metálicos separados entre sí y una parte móvil para causar el flujo o interrupción la parte móvil debe unirse o separarse con uno de los contactos.

4.2.6. Verificación de la funcionalidad del sistema

Este sistema se caracteriza por ser autónomo y eficiente, el cual está llamado a contribuir al ahorro energético mismo que se ha desarrollado en corriente continua, para determinar la funcionalidad se realiza un estudio de la potencia máxima de demanda y la potencia instalada, con estos cálculos se determinara el tiempo máximo útil del sistema.

Para todo lo mencionado anteriormente es necesario detallar la Tabla 5 la cual permite organizar la información adquirida y determinar de esta manera los valores de este sistema.

Tabla 5. Planilla de circuitos

PLANILLA DE CIRCUITOS									
OBRA:	CRUZPAMBA					FAMILIA:	ACEVEDO PAREDES		
FECHA:	27/07/2019					INTEGRANTES:	3 ADULTOS		
ARCHIVO:	ESTUDIO DE CARGA.								
UBICACIÓN:	PROVINCIA: CAÑAR. CANTÓN: BIBLIÁN. SECTOR: CRUZPAMBA.								
CARGA EN CORRIENTE CONTINUA 12 VDC									
	CIRCUITO						CONSUMO		SERVICIO
Datos totales	ITEM	Descripción	CAN T.	P.U.	P.TOT	T. TRA.	Hora	W/h	
Panel	P1	Generación	1	80	90	11/7		60W	Generación
Potencia DC instalada	A1	Iluminación	6	5	30	4/7	4	240	Alumbrado
60W									
Consumo semanal							28	6,720	Iluminación
240 W/h									

Elaborado por: EL Autor

Para efectuar este análisis se tomó como base los datos de la **Tabla 5.** Planilla de circuitos considerando lo siguiente.

- Potencia de cada circuito
- Consumo diario de cada circuito
- Potencia total instalada
- Demanda diaria

El estudio de la demanda máxima se efectúa de la siguiente manera.

➤ DETERMINACIÓN DE POTENCIA DE CADA CIRCUITO

Ecuación 4. fórmula para determinar la potencia

$$P = A1 * B$$

Fuente: (Guzñay, 2013)

A1. – Cantidad de puntos instalados	6
B. – Potencia unitaria de cada punto	10W
P. – Potencia total del circuito.	60W

➤ DETERMINACIÓN DE CONSUMO DIARIO

Ecuación 5. fórmula para determinar la potencia

$$E = P * D$$

Fuente: (Guzñay, 2013)

P. – Potencia total del circuito	60W
D. –Numero de horas de consumo.	4 H
E. –Consumo diario del circuito	240W/h

Este cálculo se realizó para cada uno de los circuitos de iluminación que posee la vivienda en corriente continua, determinando de esta manera el consumo de demanda máxima.

4.3. Informe técnico del proyecto situación actual

Este informe permite conocer la situación actual de la vivienda en donde se desarrolla la implementación las características básicas de esta.

- Las instalaciones presentes en corriente continua se realizan de otra manera como se detalla en la **Figura 30**
- La alimentación se realiza directamente a los focos desde la batería que pasa por la caja de control.
- Los interruptores se conectan directamente a la caja de control tomando la alimentación de la batería.

- El sistema es controlado en su totalidad visualizando en la caja de control la generación, la carga, y la demanda máxima de la vivienda como se observa en la **Figura 30**

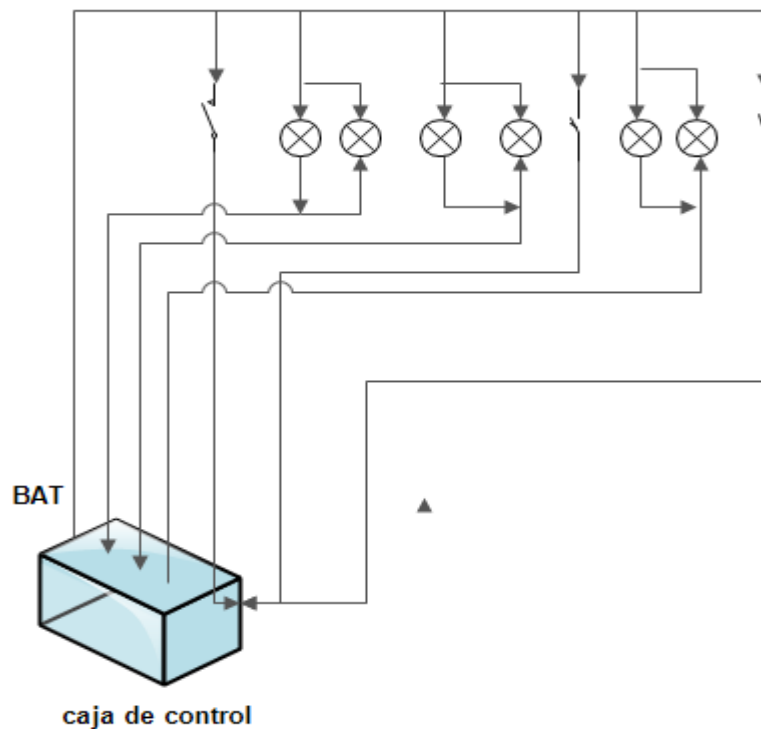


Figura 30. Instalación del sistema en DC.
Elaborado por: El Autor.

En la **Figura 31** se detalla la implementación en una vivienda de tipo rural ubicado a las afueras del cantón Biblián vía al Santuario de la Virgen del Rocío Sector Cruz Pamba, teniendo las siguientes características.

La vivienda es de una planta, consta de 3 habitaciones entre ellas 2 cocinas y un dormitorio, en la cual se realiza el cableado para la implementación de las luminarias con focos de 10 W a 12 V en las principales habitaciones del domicilio.

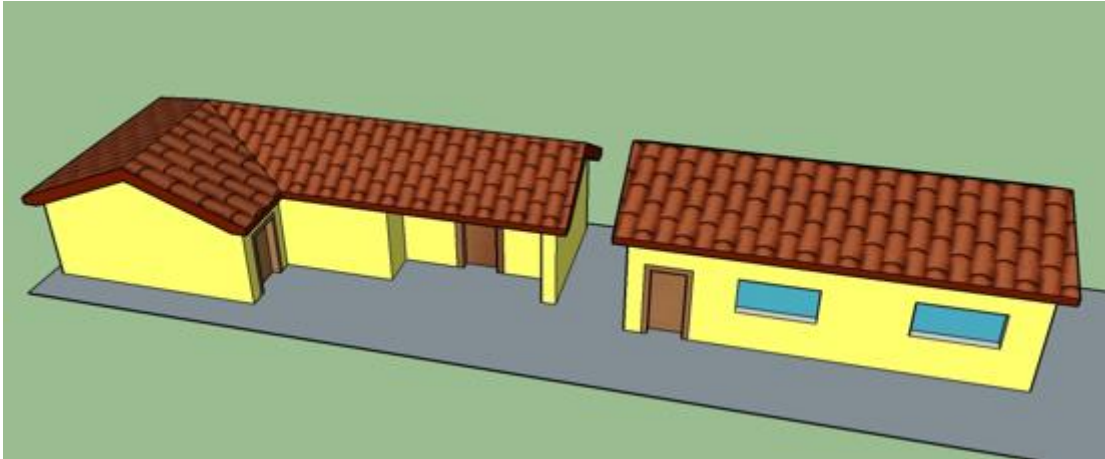


Figura 31. Vista superior de la vivienda
Elaborado por: El Autor

De acuerdo a la gráfica del diseño de la vivienda a continuación se presenta las dimensiones de cada habitación en las que se encuentra implementado las luminarias:

- Cocina 1: de ancho 3m por 6.50m de largo
- Cocina 2: de ancho 4m por 4m de largo
- Habitación (dormitorio): de ancho 3m por 8m de largo

4.4. Operación y análisis de transferencia eléctrica

Para efectuar el análisis del proyecto desarrollado y una vez realizado la implementación del sistema fotovoltaico en la vivienda se procedió a recolectar información de la radiación que se produce en el sector. A continuación, se da a conocer el estudio realizado para la obtención del análisis de resultados.

Una vez que se ha construido el sistema electrónico, el cual está basado en una generación fotovoltaica que permiten el aprovechamiento de la radiación solar, mismo que sirve para el funcionamiento de este sistema de iluminación en corriente continua, se realizó la implementación y pruebas de medición considerando diferentes factores como son: la luz solar, nubosidad parcial, nubosidad total, lluvias entre otras inclemencias climáticas. La **Figura 32** muestra la ubicación para las pruebas a efectuarse teniendo un ángulo de inclinación de 15° en dirección norte.



Figura 32. Pruebas de funcionamiento.
Elaborado por: El Autor

Para efectuar las pruebas de transferencia se adquirió diferentes mediciones como se explica en la **Tabla 6** para que la carga de la batería, de acuerdo con las condiciones ambientales que se realizó durante los 8 días de pruebas obteniendo los siguientes resultados.

Tabla 6. Pruebas de carga en la batería

Condiciones ambientales	Voltaje del panel	Corriente (Amperios)	Tiempo de carga de la batería
Soleado (totalmente despejado)	19-20V	3.9 A	5-6 horas
Nublado	13-14V	1 a 2 A	9-10 horas

Elaborado por: El Autor.

4.5. Recopilación de la información del sistema fotovoltaico

Con el fin de determinar la generación de voltaje, se realiza una prueba de 8 días en un horario de 8:00 Am a 5:00 Pm, estos datos se toman sin importar la condición climática a la cual se somete al panel, detallando los siguientes

resultados como muestra la **Tabla 7** en donde se observa los datos obtenidos del panel.

Tabla 7. Pruebas de voltajes obtenidos con el panel solar

Hora	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00
Dia	AM	AM	AM	AM	PM	PM	PM	PM	PM	PM
30/07/2019	13,4V	13,91V	15,51V	16,22V	16,3V	21,15V	17,23V	19,06V	16,3V	15,8V
31/07/2019	13,2V	15,1V	17,16V	20,3V	21,56V	21,6V	21,01V	19,45V	16,1V	15,14V
01/08/2019	13,15V	14,9V	16,3V	15,4V	19,37V	17,95V	20,45V	19,12V	16,43V	14,15V
02/08/2019	12,22V	13,99V	14,57V	16,9V	19,82V	18,34V	17,12V	15,9V	14,68V	14,16V
03/08/2019	12,3V	12,24V	14,15V	13,26V	15,17V	14,67V	16,89V	16,45V	14,1V	13,25V
04/08/2019	12,4V	14,3V	13,1V	13,2V	14,27V	13,23V	15,54V	14,15V	12,3V	12,1V
05/08/2019	12,2V	12,43V	13,1V	13,02V	14,87V	14,23V	14,24V	14,17V	14,56V	12,07V
06/06/2019	12,93V	13,24V	14,56V	15,1V	17,05V	19,45V	19,67V	18,27V	15,89V	13,34V
promedio	12,73V	13,76V	14,81V	15,43V	17,30V	17,58V	17,77V	17,07V	15,05V	13,75V

Elaborado por: El Autor

4.6. Análisis de voltajes

Con el fin de determinar el voltaje promedio que genera el panel solar fotovoltaico se realiza un análisis en Excel donde se explica el promedio de generación durante una hora, la **Figura 33** muestra el análisis efectuado.

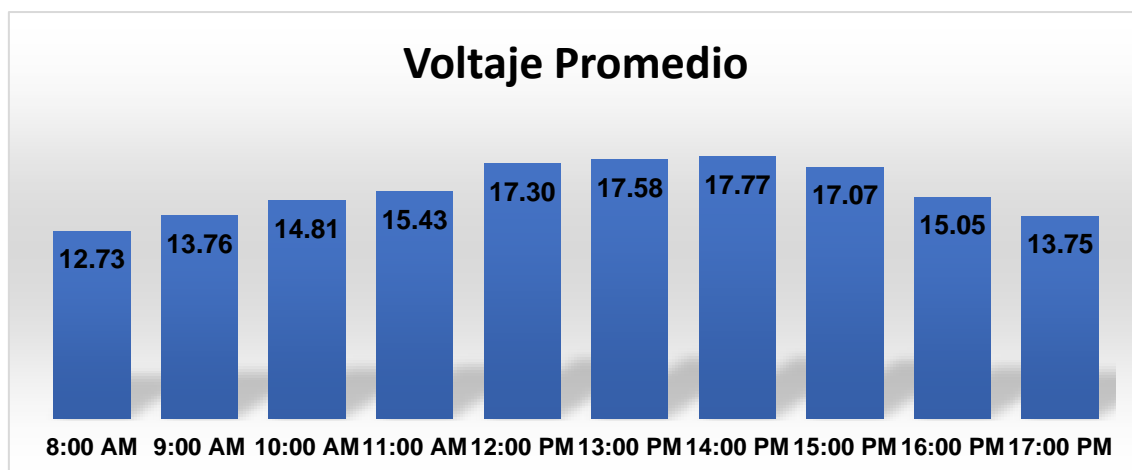


Figura 33. Voltaje promedio del panel solar
Elaborado por: El Autor

En la **Figura 33** se puede observar el promedio total de los datos obtenidos durante 8 días, en donde existe un voltaje máximo, para que el sistema tenga un funcionamiento normal, así pues, los voltajes de mayor relevancia son los que se producen a partir de las 10:00 am hasta las 16:00 pm obteniendo valores de entre 14V a 17V siendo estas las horas con mayor incidencia solar en los días de las muestras tomadas como se apreciaron en los resultados anteriores.

En base al estudio realizado, hay días en los que la generación de voltaje es baja, por debajo de los 13V. Esto se debe a que las condiciones ambientales no son favorables, pero existen horas en los que la radiación solar es aceptable para la carga de la batería y teniendo una función normal del sistema.

Otra de las pruebas que se realizó, hace referencia al tiempo de descarga de la batería cuando las luminarias están encendidas, de tal manera que permite observar la autonomía máxima que tiene la batería y así tener un ahorro de energía eléctrica en una vivienda.

Cuando la batería tiene una tensión máxima de 12.7V, se realiza la prueba de autonomía dejando encendidas todas las luminarias de la vivienda, estableciendo que la batería tiene una durabilidad de 4 horas. Este sistema está conformado por seis focos los cuales están alimentados en corriente continua y tienen las siguientes características: La **Figura 34** muestra el consumo eléctrico en la vivienda.

- 600 lúmenes
- Modelo Sylvania
- Ahorro de energía de larga duración
- Durable y no decolorante
- Voltaje de alimentación 12V
- Potencia 10W



Figura 34. Prueba de descarga de la batería
Elaborado por: El Autor

4.7. Flujo luminoso en corriente continua

La **Figura 35.** Iluminación recomendada para una vivienda están las recomendaciones ideales para las diferentes zonas de la casa, ya que los niveles de iluminación para cada estancia o espacio tienen que estar relacionadas con las actividades que se desarrolla en dicho espacio.

Para determinar la cantidad de luxes que de cada habitación se realiza las pruebas con un luxómetro a través de un teléfono móvil obteniendo los siguientes resultados.

Cabe indicar que los luxes son los lúmenes que impactan sobre un metro cuadrado, es decir de acuerdo al espacio en donde estarían involucrados las luminarias. Y los lúmenes es la intensidad o la fuerza de una bombilla o un foco.

Áreas y clases de local	Mínimo (LUX)	Máximo (LUX)	Óptimo (LUX)
Viviendas			
Dormitorios	100	150	200
Cuartos de aseo	100	150	200
Cuartos de estar	200	300	500
Cocinas	100	150	200
Cuartos de trabajo o estudio	300	500	750

Figura 35. Iluminación recomendada para una vivienda
Fuente: (Grupo Iluminable, 2015)

En la **Figura 35** se observa la cantidad de luxes óptimos para cada área, en este caso se toma los datos de los dormitorios y la cocina ya que son esas áreas en donde se realiza las medidas con el luxómetro.

Cocina 1:



Figura 36. Pruebas de iluminación con Luxómetro (Cocina 1)
Elaborado por: El Autor

Cocina 2:



Figura 37. Pruebas de iluminación con el Luxómetro (Cocina 2)
Elaborado por: El Autor.

Habitación (dormitorio):



Figura 38. Pruebas de iluminación con el Luxómetro (dormitorio)
Elaborado por: El Autor.

Los datos obtenidos mediante el luxómetro dan a conocer que existe una iluminación óptima, siendo utilizados en una habitación y dos cocinas, ya que de esta forma se da el rango óptimo de iluminación para una vivienda.

Si bien es cierto en una vivienda como en una habitación o en una cocina se debe tener una iluminación de unos 200 lux existen otros espacios en los que los niveles son más elevados porque son en esas áreas en donde se realizan tareas visuales con un grado elevado de detalles, esto puede ser en un centro de docentes, oficinas, cuartos de estudio, etc.

4.8. Mantenimiento y revisiones del sistema solar fotovoltaico

Para un funcionamiento correcto de este sistema fotovoltaico se debe realizar revisiones periódicas de los diferentes componentes del sistema, los dispositivos fundamentales en este proyecto son el panel solar y la batería pues estos componentes tienen mayor relevancia en los sistemas fotovoltaicos y tiende a ser más propensos a daños debido a que manejan voltajes, a continuación, se describe algunos consejos para el mantenimiento.

4.8.1. Mantenimiento de la batería

- Las baterías o acumuladores de plomo ácido deben tener una revisión periódica del agua destilada o agua ácida, ya que al ser utilizadas estas tienden a consumirla debido a la reacción química que generan.
- Verificar el estado del cableado si es necesario apretar las conexiones que requiera por cuestiones de seguridad y mantenimiento de la batería.
- La limpieza de los bornes se la realizara con un pañuelo limpio y seco antes de las conexiones, esta limpieza se realiza una o dos veces al año dependiendo del lugar en donde se encuentre instalado, con el fin de evitar que se produzca una capa blanca de sulfatación, lo cual perjudica el paso de la corriente del sistema fotovoltaico hacia la batería.(Las Heras León, 2017)

4.8.2. Mantenimiento del panel solar

- La limpieza del panel es importante ya que estos están expuesto a la intemperie, donde se produce grandes cantidades de polvo y diferentes contaminantes, por consiguiente, se debe realizar un mantenimiento preventivo 3 o 4 veces al año o si es posible con mayor frecuencia.
- La acumulación de contaminantes puede perjudicar el sistema fotovoltaico, pues esto reducirá su eficiencia. Lo que genera problemas tales como: perdida de generación eléctrica, por bloqueo del panel, lo que se debe efectuar es un mantenimiento constante para que esto no suceda y se aproveche los rayos luminosos en su totalidad.
- Mediante el mantenimiento de los paneles solares se puede verificar los signos de daños u otros problemas como son grietas o fisuras, cables

dañados entre otros que puedan perjudicar al sistema. (Las Heras León, 2017)

4.9. Costo de la implementación de la red eléctrica convencional en una vivienda rural

Según los datos obtenidos en la Empresa Eléctrica CENTROSUR, el costo aproximado para la implementación de una red eléctrica en una vivienda rural es la siguiente:

- Si la vivienda está a una distancia de 300m el costo aproximado para la implementación sería de unos 1.500 dólares. Teniendo en cuenta que la Empresa Eléctrica interviene en la implementación y también disponen dar todos los materiales necesarios, así como la mano de obra calificada que se necesita.
- Si la vivienda supera la distancia de 500m entonces se tendría que hacer un estudio para la estación de transferencia, realizando un diseño eléctrico para la implementación, este trabajo lo realizaría un Ingeniero Eléctrico o Electrónico calificado y el costo varía dependido del diseño que se realice, para que posteriormente sea aprobado en la Empresa Eléctrica. Una vez que se aprueba el diseño se inicia la construcción. Para la implementación de este no interviene la empresa eléctrica.

Hay que considerar que para la implementación de este sistema eléctrico convencional existen gastos, como los que se explican en la siguiente tabla.

Tabla 8. Informe técnico económico

INFORMACIÓN TÉCNICO – ECONÓMICA	
CARACTERÍSTICAS GENERALES	
PROYECTO Instalaciones Eléctricas de la vivienda de la Sra. Mariana Dutan Cambi.	CARPETA: ✓
PROVINCIA: CAÑAR. CANTON: DELEG. PARROQUIA: DELEG. N°. ABONADOS: DISEÑO: Ing. Héctor Carangui	NUEVA: ✓ DISEÑO: ✓ RESPONSABLE: Ing. Héctor Carangui
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	
REDES PRIMARIA: Ninguna REDES SECUNDARIA: Ninguna	POTENCIA INSTALADA EN (KVA) DEMANDA MAXIMA COINCIDENTE (KVA) ESTACIÓN DE TRANSFORMACIÓN: ALUMBRADO PÚBLICO: X
RESUMEN DEL PRESUPUESTO	
MATERIALES PROYECTADOS:	RED DE DISTRIBUCIÓN: INSTALACIONES INTERIORES: 1.696,82 USD TOTAL: 1.696,82USD
10% ADMINISTRATIVOS INSTALACIÓN ESTUDIOS.	ESTUDIO 240,00 USD INSTALACIÓN 200,00 USD TOTAL: 440,00 USD
MANO DE OBRA CALIFICADA:	RED DE DISTRIBUCIÓN: INSTALACIONES INTERIORES: 582,40 USD TOTAL: 582,40 USD
MANO DE OBRA. NO CALIFICADA INSTALACIONES. INTERIORES	RED DE DISTRIBUCIÓN: INSTALACIONES INTERIORES: TOTAL: 0,00 USD
	TOTAL: 2.136,82

Elaborado por: El Autor

4.10. Costo de la implementación del sistema fotovoltaico

Tabla 9. Informe técnico económica del sistema DC

INFORMACIÓN TÉCNICO – ECONÓMICA DEL SISTEMA DC													
CARACTERÍSTICAS GENERALES													
PROYECTO Instalaciones Eléctricas de la vivienda del Sr: Manuel Acevedo PROVINCIA: CAÑAR. CANTON: BIBLIAN. SECTOR: Cruz Pamba. N°. ABONADOS: 1 DISEÑO: Wilson Acevedo	RESPONSABLE: Wilson Acevedo												
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS													
DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LAS INSTALACIONES INTERNAS Y GENERACIÓN ELÉCTRICA EN DC.	POTENCIA INSTALADA EN (W): 60W DEMANDA MAXIMA COINCIDENTE: 60W												
RESUMEN DEL PRESUPUESTO													
MATERIALES PROYECTADOS:	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 80%;">RED DE DISTRIBUCIÓN INTERNA:</td> <td style="text-align: right;">60\$</td> </tr> <tr> <td>INSTALACIONES INTERIORES:</td> <td style="text-align: right;">80\$</td> </tr> <tr> <td>TOTAL:</td> <td style="text-align: right;">140\$</td> </tr> </table>	RED DE DISTRIBUCIÓN INTERNA:	60\$	INSTALACIONES INTERIORES:	80\$	TOTAL:	140\$						
RED DE DISTRIBUCIÓN INTERNA:	60\$												
INSTALACIONES INTERIORES:	80\$												
TOTAL:	140\$												
ELEMENTOS ELÉCTRICOS DE GENERACIÓN Y ALMACENAMIENTO.	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 80%;">PANEL SOLAR DE 60W</td> <td style="text-align: right;">90\$</td> </tr> <tr> <td>BATERÍA DE CICLO PROFUNDO</td> <td style="text-align: right;">70\$</td> </tr> <tr> <td>CONTROLADOR</td> <td style="text-align: right;">70\$</td> </tr> <tr> <td>FUENTE REGULADORA</td> <td style="text-align: right;">15\$</td> </tr> <tr> <td>COMPONENTES ADICIONALES</td> <td style="text-align: right;">160\$</td> </tr> <tr> <td>TOTAL</td> <td style="text-align: right;">405\$</td> </tr> </table>	PANEL SOLAR DE 60W	90\$	BATERÍA DE CICLO PROFUNDO	70\$	CONTROLADOR	70\$	FUENTE REGULADORA	15\$	COMPONENTES ADICIONALES	160\$	TOTAL	405\$
PANEL SOLAR DE 60W	90\$												
BATERÍA DE CICLO PROFUNDO	70\$												
CONTROLADOR	70\$												
FUENTE REGULADORA	15\$												
COMPONENTES ADICIONALES	160\$												
TOTAL	405\$												
MANO DE OBRA CALIFICADA:	SIN COSTO IMPLEMENTACIÓN EN LA VIVIENDA DEL TESISISTA.												
MANO DE OBRA. NO CALIFICADA INSTALACIONES. INTERIORES	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 80%;">RED DE DISTRIBUCIÓN:</td> <td></td> </tr> <tr> <td>INSTALACIONES INTERIORES:</td> <td></td> </tr> <tr> <td>TOTAL:</td> <td style="text-align: right;">0,00 USD</td> </tr> </table>	RED DE DISTRIBUCIÓN:		INSTALACIONES INTERIORES:		TOTAL:	0,00 USD						
RED DE DISTRIBUCIÓN:													
INSTALACIONES INTERIORES:													
TOTAL:	0,00 USD												
	TOTAL: 545\$												

Elaborado por: El Autor

En la tabla indica un resumen del presupuesto para llevar a cabo la implementación del sistema fotovoltaico en una vivienda rural, así como el desglose de precios de los principales componentes que forman parte para el funcionamiento del sistema electrónico y la ubicación en donde se llevó a cabo las instalaciones eléctricas.

La propuesta de la implementación del sistema fotovoltaico en corriente continua con las características que se mencionó anteriormente, tiene como resultado que se necesita recursos tales como un panel fotovoltaico con una potencia de 60W, una batería ciclo profundo de 18Ah, entre otros elementos adicionales que componen este sistema, teniendo un costo de inversión de 545 dólares.

Haciendo un análisis comparativo con un sistema de red convencional, este tiene un costo de 2.136.82 dólares; de esta manera obteniendo buenas prestaciones en cuanto al ahorro económico al momento de ser implementado este sistema fotovoltaico permitiendo plantear nuevas alternativas y soluciones de generar energía eléctrica en una vivienda.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

La posibilidad de integrar las energías renovables a nuestras vidas es una realidad, aunque existen limitaciones, no solo por los recursos económicos como se cree sino por la falta de información sobre estos; el limitado uso en lo que hace referencia a sistemas fotovoltaicos para iluminación, o ya sea por falta de capacitación o por los escasos antecedentes sobre estos en el sector. Sin embargo, en la última década en el país se ha desarrollado una innovación energética en cuanto a generación, y transporte de energía, mejorando la calidad de esta, aunque hay que considerar que, el sistema propuesto está diseñado para viviendas que se encuentre alejadas de la red eléctrica convencional cubriendo las necesidades del suministro de energía, la cual satisface las necesidades básicas, esto se pudo constatar en la implementación efectuada en la vivienda situada en el campo.

La implementación de este sistema permite mejorar la calidad de vida de la colectividad, en especial en el sector rural; ya que, el servicio eléctrico generado a partir de un recurso renovable, permite que en lugares donde el costo de implementación de energía pública resulta elevado, siendo esta propuesta una alternativa viable, por costo y por eficiencia, principalmente porque en la actualidad existen incentivos tributarios para comprar equipos fotovoltaicos con menor costo.

En base a lo desarrollado, se ha logrado tener un sistema autosustentable de generación fotovoltaica, con opciones de combinarlo con otros tipos de generación, ya sean renovables o complementados con la red eléctrica pública, mediante un sistema de control, el cual permite ampliar las posibilidades de control y manejo de la energía eléctrica a otros servicios, como alimentación para conectar electrodomésticos o bombas de agua, que en los sectores rurales resultan muy necesarios.

Al estar desarrollado con una tarjeta Arduino, las posibilidades de escalabilidad y ampliación del sistema son interesantes, tanto en funciones y sensores, mejorando el rendimiento del proyecto. Esto demuestra que a partir de un modelo simple se puede ir implementando funciones en hardware y software, facilitando la expansión en el diseño y el sistema; de esta manera se aumenta la capacidad y control de la potencia y componentes electrónicos, todo esto dependiendo de la necesidad que requiera la vivienda, además la introducción a la domótica y redes inteligentes.

5.2. Recomendaciones

Para este tipo de sistemas de generación en corriente continua, que para el trabajo desarrollado funciona para el área de iluminación, se recomienda la posibilidad de aumentar su potencia, con un mayor banco de baterías y paneles, con el fin de brindar otros servicios adicionales de energía.

También es factible recomendar soluciones inteligentes que se acoplen a estos sistemas, por ejemplo, con accesos remotos a través de un teléfono móvil lo que sería una innovación con el uso de estos tipos de sistemas fotovoltaicos.

Para el área de alumbrado podría utilizarse bombillas de mayor potencia o con mayor grado de iluminación en cuanto a luxes, para aumentar el área de alumbrado, pensando también en espacios exteriores de la vivienda por temas de seguridad.

En cuanto a la batería de acumulación se tendrá que ubicar en un lugar fresco y completamente seco, protegido de la radiación solar para evitar que se evapore el agua acida y que quede inservible, es importante mantener el nivel de electrolitos efectuando los mantenimientos adecuados así la vida útil de la batería se prolongaría. Además, se debe recordar que el mantenimiento de los demás equipos instalados se los debe realizar por lo menos dos veces al año de esta manera previniendo el envejecimiento prematuro de los equipos que se encuentran instalados en este sistema.

Los sistemas fotovoltaicos son una alternativa para mejorar la calidad de vida de una familia o de una comunidad, sin embargo existen limitaciones o la falta de información sobre esta tecnología por lo que es recomendable dar capacitaciones sobre el uso de estos tipos de sistema fotovoltaicos, fortaleciendo

e informando en el área de la operación y el mantenimiento preventivo de los equipos que son instalados en el sistema; además, explicar a la comunidad sobre las soluciones de factibilidad e inversión y los beneficios que se puedan obtener al implementar este tipo de soluciones.

Bibliografía

- Alvares, D. (2017). *Evaluación de la orientación y el ángulo de inclinación óptimo de una superficie plana para maximizar la captación de irradiación solar en Cuenca-Ecuador*. Retrieved from <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/14458/1/UPS-CT007120.pdf>
- Arduino - Home. (2005).
- Banzi, M., Cuartielles, D., Igoe, T., Martino, G., Mellis, D., & Barragán, H. (2003). Arduino - Home.
- Biblián - Google Maps. (n.d.).
- Blasco, Y. (2013). Estimación radiación solar. Retrieved from 11 de abril website: <http://calculationsolar.com/blog/?cat=2>
- Cardona, J. C. G., & Porras, D. M. H. (2013). *Diseño e implementación de una aplicación electrónica para el ahorro de energía eléctrica en una vivienda del sector rural utilizando una energía alternativa*. Retrieved from http://bibliotecadigital.usb.edu.co/bitstream/10819/1784/1/Implementación_Electrónica_Energía_Alternativa_Cardona_Goméz_2013..pdf
- CEMAER. (2016). Tipos de Sistemas de Energía Solar Fotovoltaica | Cemaer. Retrieved October 14, 2017, from <http://www.cemaer.org/tipos-de-sistemas-de-energia-solar-fotovoltaica/>
- Daniel. (2014). Los paneles solares fotovoltaicos. Retrieved November 6, 2017, from <http://www.sitiosolar.com/los-paneles-solares-fotovoltaicos/#comment-753>
- DFROBOT. (2019). Gravity: I2C Digital Wattmeter. Retrieved from Enero 20 website: https://wiki.dfrobot.com/Gravity:I2C_Digital_Wattmeter_SKU:SEN0291
- Domínguez, H. (2014). *Diseño de un sistema fotovoltaico para la generación de energía eléctrica*.
- Edgar, G. (2015). *Diseño e implementación de un prototipo (DOMSYSTEM) de seguridad y control para mantener el resguardo de bienes y el confort mediante una red de sensores utilizados comunicación wireless bluetooth*. 1–169.
- Eliseo, S. (2019). Ángulo de inclinación de paneles. Retrieved from Julio 11 website: <https://eliseosebastian.com/angulo-de-inclinacion-de-paneles/>
- Goilav, N., & Loi, G. (2016). *Arduino : aprender a desarrollar para crear objetos inteligentes*. Retrieved from https://books.google.com.ec/books?id=R6RCxQI_H6YC&printsec=frontcover&dq=Aprender+a+desarrollar+para+crear+objetos+inteligentes&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwi21Zugmb7WAhWl7SYKHb44AZYQ6AEIJDAA#v=onepage&q=Aprender+a+desarrollar+para+crear+objetos+inteligentes&f=f
- González, A. (2013). Uso de Pantalla LCD con Arduino. Retrieved from febrero

- 8 website: <http://panamahitek.com/uso-de-pantalla-lcd-con-arduino/>
- Grupo Iluminable. (2015). Diferencia entre LUMEN y LUX. Retrieved from Octubre 13 website: <https://www.decoracioneiluminacion.com/Diferencia-entre-LUMEN-y-LUX-Cuantos-LUX-necesito-nt-336.html>
- Guzñay, G. (2013). cálculo y diseño de un sistema solar fotovoltaico autónomo, que genera 5kw. Retrieved from <https://studylib.es/doc/7418251/cálculo-y-diseño-de-un-sistema-solar-fotovoltaico-autónom...>
- Hernández, P. (2014). Radiación Directa, Difusa y Reflejada | PedroJHernández. Retrieved from <https://pedrojhernandez.com/2014/03/08/radiacion-directa-difusa-y-reflejada/>
- INER. (2015). Linea de investigacion solar. *Iner*. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Jarauta Rovira, L. (2014). *Las Energías Renovables*. Retrieved from https://books.google.com.ec/books?id=P39pBAAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=Energías+Renovables&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwib3L2G0cDWAhWB6SYKHW_TDCMQ6AEIQDAF#v=onepage&q=Energías+Renovables&f=false
- Juan, Gutiérrez; Edwin, R. (2014). *Propuesta de implementación de luminarias tipo led y paneles fotovoltaicos en casa habitación*. Retrieved from [http://tesis.ipn.mx/jspui/bitstream/123456789/13922/1/TESIS %284%29.pdf](http://tesis.ipn.mx/jspui/bitstream/123456789/13922/1/TESIS%20%284%29.pdf)
- Las Heras León, M. E. de. (2017). *Mantenimiento de instalaciones solares fotovoltaicas. ENAE0108 (2a. ed.)*. IC Editorial.
- Mascarós Mateo, V. (2016). *Gestión del montaje de instalaciones solares fotovoltaicas*. Retrieved from [https://books.google.com.ec/books?id=yXDICwAAQBAJ&pg=PA37&dq=tabla+de+angulo+y+latitud+de+inclinacion&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwiO3LbSrPnaAhXtRd8KHeTpCAMQ6AEIUzAI#v=onepage&q=tabla de angulo y latitud de inclinacion&f=false](https://books.google.com.ec/books?id=yXDICwAAQBAJ&pg=PA37&dq=tabla+de+angulo+y+latitud+de+inclinacion&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwiO3LbSrPnaAhXtRd8KHeTpCAMQ6AEIUzAI#v=onepage&q=tabla+de+angulo+y+latitud+de+inclinacion&f=false)
- Mónica Sanchez. (2015). Radiación solar en el planeta Tierra. Retrieved October 14, 2017, from <https://www.meteorologiaenred.com/radiacion-solar-en-el-planeta-tierra.html>
- Monycon S.A. de C.V. (2011). Sistema FV Interconectado a Red. Retrieved November 15, 2017, from <https://es.slideshare.net/monycon/sistema-fotovoltaico-interconectado-a-red>
- Nieto, E. (2014). Cómo funcionan las fuentes de alimentación conmutadas. Retrieved from <https://fidestec.com/blog/fuentes-de-alimentacion-conmutadas-01/>
- Omar, Solís; Díaz, J. (2012). Evaluación de sistemas fotovoltaicos en tres comunidades apartadas del estado de Nayarit. Retrieved from 14 de marzo website: <http://www.cubasolar.cu/biblioteca/Ecosolar/Ecosolar06/HTML/articulo06.htm>

- Ortiz, S. (2017). *Diseño de la unidad de desconexión de un inversor fotovoltaico de potencia nominal 600 kw*. 1–35.
- Pérez, J., & Garden, A. (2015). Definición de panel solar. Retrieved from <https://definicion.de/panel-solar/>
- Roldán Vilorio, J. (2013). *Montaje mecánico en instalaciones solares fotovoltaicas*. Retrieved from https://books.google.com.ec/books?id=_q5yAgAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=Montaje+Mecánico+en+Instalaciones+Solares+Fotovoltaicos&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwj3kOLsmL7WAhXGZCYKHW2nDG0Q6AEIKTAB#v=onepage&q=Montaje Mecánico en Instalaciones Solares Fotovoltaicos&f
- Sandoya, A., Iza, M., Medina, F., & Rosero, R. (2018). *Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC (Instalaciones Eléctricas)*. Retrieved from <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/03/NEC-SB-IE-Final.pdf>
- Sandra. (2012). Instalación solar fotovoltaica en edificio del BBVA. Retrieved November 6, 2017, from 14 de Diciembre website: <http://www.altener.es/comunicacion/alternativasenergeticas/instalacion-solar-fotovoltaica-en-edificio-del-bbva/>
- Sistemas Fotovoltaicos Conectados a la Red. (2006).
- Style, O. (2012). *Energía solar autónoma : planificación, dimensionado e instalación de un sistema fotovoltaico autónomo*. Retrieved from https://books.google.com.ec/books?id=cNJB5tdbcJ0C&pg=PA2&lpg=PA2&dq=Un+sistema+fotovoltaico+autónomo+o+aislado+convierte+la+energía+proveniente+del+sol+en+energía+eléctrica,+almacenándola+en+una+batería+para+su+uso+posterior&source=bl&ots=MTF1sb_cpD&sig=o
- Valentín Labarta, J. (2012). *Instalaciones Solares Fotovoltaicas*. Retrieved from <https://books.google.com.ec/books?id=4OUZ9ngL5oEC&printsec=frontcover&dq=Instalaciones+Solares+Fotovoltaicas&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwi948LhIL7WAhUCOiYKHZW7BccQ6AEITDAI#v=onepage&q=Instalaciones Solares Fotovoltaicas&f=false>



ANEXOS

Anexo 1. Características del panel fotovoltaico

SUNGIM  **MODEL:60W**

PERFORMANCE UNDER STANDARD TEST CONDITIONS(STC)

Maximum Power(Pmax)	60W
Maximum Power Current(Imp)	3.93A
Maximum Power Voltage(vmp)	22V
Open Circuit Voltage(voc)	18V
Short Circuit Current(Isc)	3.33
Max system voltage	1000V

STC:1000W/M²,25°C AM1.5    

DANGER!
1.ELECTERIC SHOCK
The connection of two or more modules in series results in the accumulation of voltage and imposed danger.
2.WORK ON LIVE PARTS
When working on wiring,use and wear protective equipment (insulated tools,insulated gloves,etc)


WARNING

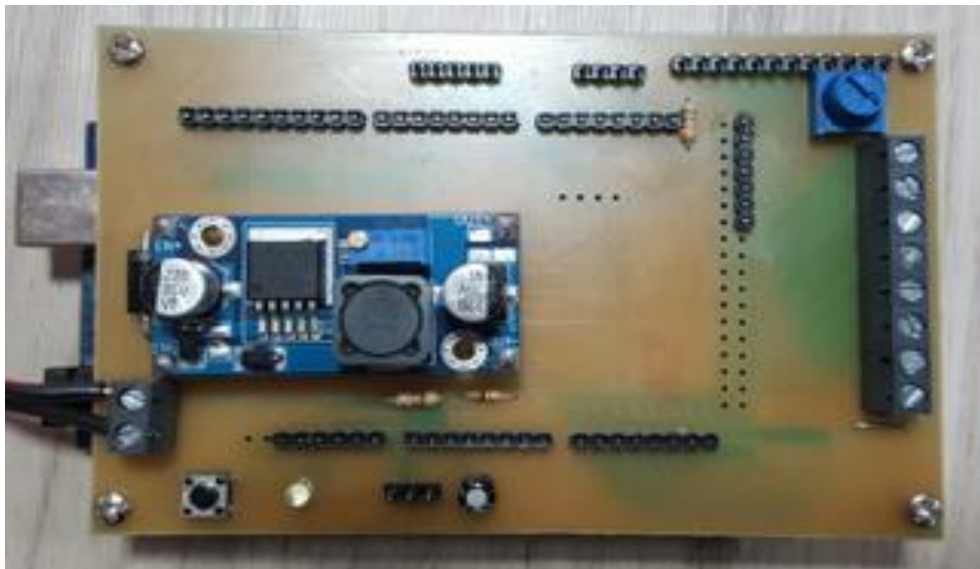
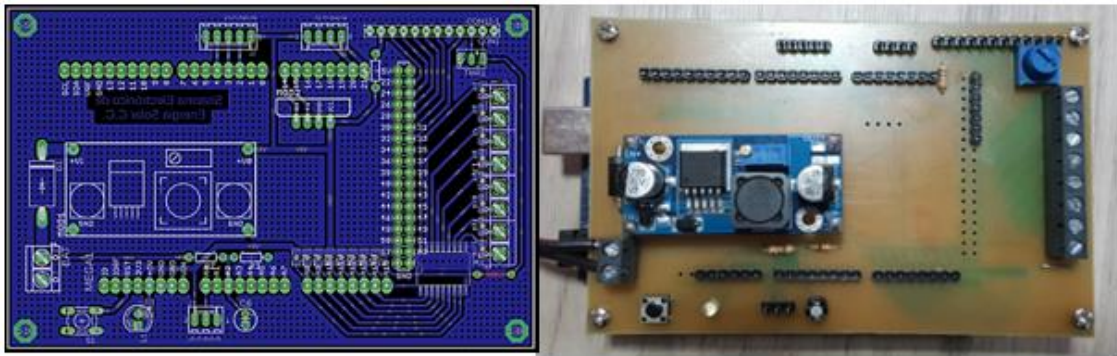
Refer to installation and operation manual before installing, operating or servicing this unit DO NOT connect or disconnect plug contacts while system is under load current.Failure to comply can result in a hazardous situation!

MADE IN P.R.C

Anexo 2. Características de los componentes electrónicos

Componente	Características
Modulo Vatímetro	Voltaje de alimentación: (VCC): 3.3V ~ 5.5V
	Rango de voltaje: 0 ~ 26 V
	Error relativo de voltaje: $\pm 0.2\%$ (típico)
	Rango de corriente: 0 ~ $\pm 8A$
Arduino mega 2560	Voltaje de operación: 5V
	Voltaje de entrada: 7- 12V
	Pines digitales de entrada/salida: 54
	Pines analógicos de entrada: 16
	EEPROM: 4KB
Fuente de voltaje	Voltaje de entrada 110V – 240V
	Voltaje de salida: 12V
	Corriente: 5A
Luminarias	Modelo: Silvania
	Ahorro de energía de larga duración
	Durable y no decolorante
	Voltaje de alimentación 12V
	Potencia 10W
Batería	Modelo: BKN ciclo profundo
	Tensión: 12V
	Capacidad en Ah: 18Ah
	Peso: 5.8Kg
Controlador	Modelo: Phocos
	Tensión: 12V
	Corriente: 5-6A

Anexo 3. Diseño de la tarjeta electrónica de control



Anexo 4. Implementación del sistema fotovoltaico







Anexo 5. Código del programa

```
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal.h>
#include "DFRobot_INA219.h"

Pin_I Pul_1(A15);
Pin_I Pul_2(A14);
Pin_I Pul_3(A13);
Pin_I Pul_4(A12);
Pin_I Pul_5(A11);

bool ban = false;
byte Reles = 0;
float Sen_bat;
int Sen_C_cel;
float ina219Reading_mA = 1000;
float extMeterReading_mA = 1000;
float promV = 0;
float promC = 0;
float promC_cel = 0;
float promV_cel = 0;
float p_Celda = 0;
int porcentaje = 0;
int pos_porcen = 7;

SRout Mod_R(2,4,3);
DFRobot_INA219_IIC ina219(&Wire, INA219_I2C_ADDRESS4);

LiquidCrystal lcd(33,31,29,27,25,23);

void Rel_1(byte pos) {BIT_1(Reles,pos); Mod_R.Out(Reles);}
void Rel_0(byte pos) {BIT_0(Reles,pos); Mod_R.Out(Reles);}
void Rel_T(byte pos) {BIT_T(Reles,pos); Mod_R.Out(Reles);}

void Focos()
{
  if(Pul_1.Inx() == 0 && ban == false) {Rel_T(0); ban = true;}
  if(Pul_2.Inx() == 0 && ban == false) {Rel_T(1); ban = true;}
  if(Pul_3.Inx() == 0 && ban == false) {Rel_T(2); ban = true;}
  if(Pul_4.Inx() == 0 && ban == false) {Rel_T(4); ban = true;}
  if(Pul_5.Inx() == 0 && ban == false) {Rel_T(5); ban = true;}
  if(Pul_1.Inx() == 1 && Pul_2.Inx() == 1 && Pul_3.Inx() == 1 && Pul_4.Inx() == 1
  && Pul_5.Inx() == 1 && ban == true) {ban = false; delay(500);}
}

void Datos_CAR() {
  float Vol_C = ina219.getBusVoltage_V();
  float Amp_C = (ina219.getCurrent_mA())/1000;
}
```

```

float Pot_C = (ina219.getPower_mW())/1000;
Serial.print("Vol: "); Serial.println(Vol_C,2);
Serial.print("Amp: "); Serial.println(Amp_C,2);
Serial.print("P_W: "); Serial.println(Pot_C,2);
Serial.println();

Lcd.setCursor(14,1); Lcd.print(Vol_C,2);
Lcd.setCursor(14,2); Lcd.print(Amp_C,2);
Lcd.setCursor(14,3); Lcd.print(Pot_C,2);
}

void Datos_BAT() {

  Sen_bat = analogRead(A2);
  promV = (Sen_bat * 30) / 1023.0;

  promV = promV / 1.05;

  Lcd.setCursor(7,1); Lcd.print(promV,1);
  if(promV < 11.0) { Lcd.setCursor(7,0); Lcd.print("Fuente"); Rel_1(7); }
  if(promV > 13.0) { Lcd.setCursor(7,0); Lcd.print("Bate "); Rel_0(7); }

  //Porcentaje de carga
  if(promV >= 11.0 && promV <= 13) { porcentaje = (promV - 11.0) * 50.0; }
  if(promV < 11.0) { porcentaje = 0; }
  if(promV > 13.0) { porcentaje = 100; }

  pos_porcen = 8;
  if(porcentaje > 9) { pos_porcen = 9; }
  if(porcentaje == 100) { pos_porcen = 10; }

  Lcd.setCursor(7,4); Lcd.print(" ");
  Lcd.setCursor(7,4); Lcd.print(porcentaje);
  Lcd.setCursor(pos_porcen,4); Lcd.print("%");

}

void datosCelda()
{

  float v = analogRead(A0);
  v = float((5.01*v)/1023);
  v = (0.4102*v*v*v) - (2.4322*v*v) + (9.6679*v) + 2.7527;

  p_Celda = v * promC_cel;

  Lcd.setCursor(0,1); Lcd.print(v-1);

  if(v < 12.00){Lcd.setCursor(0,2); Lcd.print("Desc"); }

```

```

if(v >= 12.00){lcd.setCursor(0,2); lcd.print("Carg");}

}

void setup(void)
{
  Mod_R.Out(Reles);
  Rel_0(7);
  Serial.begin(9600);
  lcd.begin(20,4);
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0,1); lcd.print("Casa Solar"); delay(1000);
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0,0); lcd.print(" Cell Bate  Carga");
  lcd.setCursor(0,1); lcd.print("12.00V 12.35V 12.3V");
  lcd.setCursor(0,2); lcd.print(" Estado 0.55A");
  lcd.setCursor(0,3); lcd.print(" 100% 6.76W");

  Serial.println();
  while(ina219.begin() != true) {Serial.println("Sensor ERR");delay(1000);}
  ina219.linearCalibrate(ina219Reading_mA, extMeterReading_mA);
  Serial.println();
}

void loop(void)
{
  Focos();
  Datos_CAR();
  Datos_BAT();
  datosCelda();
  delay(10);
}

```

Anexo 6. Informe final de tutoría de tesis



Azogues, 05 de septiembre de 2019

Asunto: Informe final de tutoría de tesis.

Señora Economista

Nancy Peralta.

SECRETARIA DE LA UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y

CONSTRUCCIÓN

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA.

Ciudad.

De mi consideración:

Por medio del presente me permito saludarle, a la vez que es menester indicarle que una vez culminada la revisión del trabajo de titulación del alumno Wilson Aurelio Acevedo Paredes, con C.I 0302168083, es mi deber conferir la nota de **47/50** puntos al trabajo de titulación en mención, cumpliendo de esta manera con los parámetros establecidos por parte de nuestra Alma Máter como tutor de la misma, dentro de la Unidad de Titulación.

Dicho proyecto lleva por nombre "Prototipo de un sistema electrónico para el ahorro de energía eléctrica en una vivienda rural usando energía solar con alimentación en corriente continua", previo a la obtención del título de Ingeniero Electrónico, de la Unidad Académica de Ingeniería, Industria y Construcción.

Es menester informar además que el presente trabajo de titulación tiene una coincidencia del 4% de similitud en contenidos con otras fuentes, según reporte del sistema anti plagio (Turnitin) de nuestra Universidad.

Por la atención que dé al presente suscribo de Ud. agradecido.

Atentamente:

Ing. Javier González Redrován. Mgs

Universidad Católica de Cuenca

UAIC

Cuenca: Av. de las Américas y Tarqui. Telf.: 2830751, 2824365, 2826563 **Azogues:** Campus Universitario "Luis Cordero El Grande", (Frente al Terminal Terrestre). Telf.: 2241613, 2243444, 2240901, 2241587 **Cañar:** Calle Antonio Ávila Clavijo. Telf.: 2225269, 2225970 **San Pablo de la Taza:** Calle Universitaria Km 72 vía Azogues. Telf.: 2424110

Tesis Wilson Acevedo V2

por Wilson Acevedo

Fecha de entrega: 04-sep-2019 02:34p.m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega: 1167259329
Nombre del archivo: Tesis Final Wilson Acevedo V2.docx (7.62M)
Total de palabras: 13366
Total de caracteres: 74697

Tesis Wilson Acevedo V2

INFORME DE ORIGINALIDAD

4%	4%	0%	2%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

ENCONTRAR COINCIDENCIAS CON TODAS LAS FUENTES (SOLO SE IMPRIMIRÁ LA FUENTE SELECCIONADA)

4%
★ dspace.ups.edu.ec
Fuente de Internet

Excluir citas Apagado Excluir coincidencias < 2%
Excluir bibliografía Apagado

Wilson Acevedo
FCE
UNIDAD DE TITULACIÓN

Anexo 7. Permiso del autor de tesis para subir al repositorio institucional



PERMISO DEL AUTOR DE TESIS PARA SUBIR AL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Yo, WILSON AURELIO ACEVEDO PAREDES, portador (a) de la cédula de ciudadanía Nro.,0302168083. En calidad de autor/a y titular de los derechos patrimoniales del trabajo de titulación **“PROTOTIPO DE UN SISTEMA ELECTRÓNICO PARA EL AHORRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN UNA VIVIENDA RURAL USANDO ENERGÍA SOLAR CON ALIMENTACIÓN EN CORRIENTE CONTINUA”** de conformidad a lo establecido en el artículo 114 Código Orgánico de la Economía Social de Los Conocimientos, Creatividad e Innovación, reconozco a favor de la Universidad Católica de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos, Así mismo; autorizo a la Universidad para que realice la publicación de éste trabajo de titulación en Repositorio Institucional de conformidad a lo dispuesto en el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Azogues, 24 de septiembre de 2019

F:

WILSON AURELIO ACEVEDO PAREDES

0302168083

Anexo 8. Certificado de biblioteca



UNIVERSIDAD
CATÓLICA DE CUENCA
COMUNIDAD EDUCATIVA AL SERVICIO DEL PUEBLO

El Bibliotecario de la Sede Azogues

CERTIFICA:

Que: **ACEVEDO PAREDES WILSON AURELIO**, con cédula de ciudadanía Nro. **0302168083**, de la Carrera de **INGENIERIA ELECTRÓNICA**.

No adeuda libros, a esta fecha: **24 de septiembre del 2019**.



Byron Alonso Torres Romo
Bibliotecario

Biblioteca Universitaria
MONS. "FROILAN POZO QUEVEDO"

Cuenca: Av. Las Américas y Tarqui. Telf.: 2830751, 2824365, 2826563 **Azogues:** Campus Universitario "Luis Cordero El Grande" (frente al Terminal Terrestre). Telf.: 2241613, 2243444, 2245205 **Cañar:** Calle Antonio Ávila Clavijo. Telf.: 2235268, 2235870 **San Pablo de La Troncal:** Cda. Universitaria Km 72 Quinceava Este y Primera Sur. Telf.: 2424110 **Macas:** Av. Cap. Villanueva s/n Telf.: 2700392, 2700393

WWW.UCACUE.EDU.EC