



**Implementación de un prototipo de sistema automático de desinfección,
medición de temperatura y control de aforo para el centro geriátrico hogar de
ancianos SAN MATEO mediante el uso de energía renovable.**

Córdova Zapata, Alfonso Leandro

Departamento de Eléctrica y Electrónica

Carrera de Tecnología en Electrónica mención Instrumentación & Aviónica

Monografía, previo a la obtención del título de Tecnólogo en Electrónica mención
Instrumentación y Aviónica

Ing. Sandoval Vizuite, Paola Nataly

Latacunga, 13 de agosto del 2021



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
CARRERA DE ELECTRÓNICA MENCIÓN
INSTRUMENTACIÓN & AVIÓNICA**

Certificación

Certifico que el trabajo de titulación, **“Implementación de un prototipo de sistema automático de desinfección, medición de temperatura y control de aforo para el centro geriátrico hogar de ancianos SAN MATEO mediante el uso de energía renovable”** realizado por la señor **Córdova Zapata, Alfonso Leandro**, el cual ha sido revisado y analizado en su totalidad por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Latacunga, 13 de agosto del 2021

.....
Ing. Sandoval Vizuete, Paola Nataly

C.C.: 0503254005

Reporte de verificación



Document Information

Analyzed document	CordovaLeandro_ProyectodeTitulacion.docx (D111052998)
Submitted	8/7/2021 4:21:00 AM
Submitted by	
Submitter email	alcordova6@espe.edu.ec
Similarity	2%
Analysis address	pnsandoval.espe@analysis.arkund.com



Sources included in the report

W	URL: https://core.ac.uk/download/pdf/84691173.pdf Fetched: 12/19/2020 2:24:57 AM	1
W	URL: http://utem.edu.mx/wp-content/uploads/2020/banco/tsuere-2015-2.pdf Fetched: 3/16/2021 11:45:51 PM	1
W	URL: http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/17278 Fetched: 8/7/2021 4:21:00 AM	1
W	URL: http://www.itc.mx/ojs/index.php/pistas/article/view/1650Pedace , Fetched: 8/7/2021 4:21:00 AM	1
SA	b1b2d481ed70674ce554c70c042d95332556032f.pdf Document b1b2d481ed70674ce554c70c042d95332556032f.pdf (D72815571)	1
SA	d2339cd9c26ed84b88972d01f43b25aa65c009f2.docx Document d2339cd9c26ed84b88972d01f43b25aa65c009f2.docx (D69293796)	1

.....
Ing. Sandoval Vizuete, Paola Nataly

C.C.: 0503254005



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
CARRERA DE ELECTRÓNICA MENCIÓN
INSTRUMENTACIÓN & AVIÓNICA**

Responsabilidad de autoría

Yo, **Córdova Zapata, Alfonso Leandro**, con cédula de ciudadanía N° **0502976335**, declaro que este trabajo de titulación "**Implementación de un prototipo de sistema automático de desinfección, medición de temperatura y control de aforo para el centro geriátrico hogar de ancianos SAN MATEO mediante el uso de energía renovable**" es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Latacunga, 13 de agosto del 2021

Una firma manuscrita en tinta azul que parece decir 'Alfonso'.

.....
Córdova Zapata, Alfonso Leandro

C.C.: 0502976335



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
CARRERA DE ELECTRÓNICA MENCIÓN
INSTRUMENTACIÓN & AVIÓNICA**

Autorización de publicación

Yo, **Córdova Zapata, Alfonso Leandro**, con cédula de ciudadanía **N°0502976335**, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el presente trabajo de titulación **“Implementación de un prototipo de sistema automático de desinfección, medición de temperatura y control de aforo para el centro geriátrico hogar de ancianos SAN MATEO mediante el uso de energía renovable”** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Latacunga, 13 de agosto del 2021

.....
Córdova Zapata, Alfonso Leandro

C.C.: 0502976335

Dedicatoria

Este presente trabajo investigativo lo dedico principalmente a Dios, por haberme dado su bendición, la inteligencia, sabiduría y la fortaleza las cuales me permitieron llegar a cumplir esta meta tan importante y valiosa que es mi formación como profesional.

A mi hermano, que, aunque no esté físicamente con nosotros, sé que siempre me está apoyando, guiando y cuidando día a día desde el cielo, este logro se lo de mucho a él. Siempre estuvo y estará conmigo sin importar el tiempo, ya que esta meta también es de él.

A mis padres que siempre me guiaron por el camino del bien para ser la persona que soy en la actualidad. Dándome siempre los ánimos y ayudándome a no rendirme cuando se presenta alguna dificultad.

A mis abuelos y a mis tíos que siempre con sus consejos y palabras me alientan a seguir cumpliendo las metas que me propongo, y a ser alguien útil en el ámbito humano y profesional.

CÓRDOVA ZAPATA, ALFONSO LEANDRO

Agradecimiento

Agradezco principalmente a Dios por darme la fortaleza y la perseverancia para poder seguir formándome como persona y como profesional.

A madre Jackeline Z., mi padre Julio C., y en especial a mi hermano Matthew C., quienes son lo más importante para mí, ellos son mi pilar y mi motivación para seguir cumpliendo muchas metas y objetivos. Ellos se han esforzado por ayudarme a llegar al punto en el que estoy.

A mis abuelos, quienes fueron muy fundamental para culminar esta etapa de mi vida, con sus palabras de aliento y confianza, me ayudaron hasta donde era posible e incluso más que eso.

A todos mis tíos, por el tiempo que han destinado a enseñarme nuevas cosas y brindarme aportes invaluable que me servirán el resto de mi vida.

CÓRDOVA ZAPATA, ALFONSO LEANDRO

Tabla de contenidos

Caratula	1
Certificación	2
Reporte de verificación	3
Responsabilidad de autoría	4
Autorización de publicación	5
Dedicatoria	6
Agradecimiento.....	7
Tabla de contenidos	8
Índice de tablas.....	10
Índice de figuras	11
Abstract	15
Introducción	16
Tema.....	16
Antecedentes.....	16
Planteamiento Del Problema	17
Justificación	18
Objetivos.....	19
<i>Objetivo General</i>	19
<i>Objetivos Específicos</i>	19
Alcance	20
Marco teórico	21
Estructura para paneles solares.	25
<i>Módulo solar fotovoltaico</i>	26
<i>Regulador de carga</i>	27
<i>Batería o acumulador</i>	28

<i>Inversor</i>	30
Microcontrolador	31
<i>Software de programación</i>	32
Control de temperatura corporal.....	33
Bomba Hidráulica.....	35
Sensor de presencia.	36
Desarrollo	38
Coordenadas e irradiación solar	38
Simulación y diseño de los circuitos de desinfección, medición de temperatura y control de aforo.....	41
<i>Circuito de medición de temperatura</i>	41
<i>Circuito de desinfección y control de aforo</i>	45
<i>Comprobación del funcionamiento de circuitos mediante Protoboard</i>	49
Adquisición de kit solar y realización de placa PCB con sus respectivos materiales	51
<i>Kit solar</i>	51
<i>Fabricación de placas PCB</i>	53
Construcción de cabina de desinfección e instalación del sistema autónomo de desinfección.	55
<i>Diseño de la cabina de desinfección</i>	55
Pruebas de funcionamiento.....	58
Conclusiones y recomendaciones	60
Conclusiones.....	60
Recomendaciones.....	60
Bibliografía	61
Anexos	64

Índice de tablas

Tabla 1. Clasificación de los sistemas fotovoltaicos.....	21
Tabla 2. Clasificación de estructuras para cubiertas planas.....	25
Tabla 3. Clasificación de estructuras para cubiertas inclinadas	26

Índice de figuras

Figura 1. Materiales para celdas solares.....	22
Figura 2. Constitución de una celda solar.....	23
Figura 3. Diagrama eléctrico del sistema fotovoltaico.....	24
Figura 4. Condiciones climáticas que afectan el funcionamiento del sistema solar fotovoltaico	27
Figura 5. Panel solar montado en un parque.....	27
Figura 6. Esquema de conexión de un regulador de carga	28
Figura 7. Sistemas de baterías más utilizados	29
Figura 8. Características que debe tener una batería.....	29
Figura 9. Clasificación de inversores.....	30
Figura 10. Tipos de placas Arduino	31
Figura 11. Módulos Arduino más utilizados	32
Figura 12. IDE Arduino.....	33
Figura 13. Representación de temperatura alta mediante un termómetro laser digital	34
Figura 14. Grupos de bombeo.....	35
Figura 15. Funcionamiento de una bomba Hidráulica.....	35
Figura 16. Funcionamiento del sensor ultrasónico	37
Figura 17. Vista satelital del centro geriátrico.	38
Figura 18. Potencia de energía fotovoltaica y ángulo solar azimuth del lugar.....	39
Figura 19. Irradiación solar Quito	40
Figura 20. Irradiación solar promedio anual, mensual y por hora del lugar en donde se desarrolló el proyecto	40
Figura 21. Incidencia de los rayos solares en Ecuador.....	41
Figura 22. Simulación del circuito que permite la medición de temperatura	43
Figura 23. Librerías y programación utilizado en el circuito medidor de temperatura.....	43

Figura 24. Diseño de pistas en PCB layout en Proteus	44
Figura 25. Visualización en 3D.....	44
Figura 26. Simulación del circuito de desinfección de manos.....	45
Figura 27. Modulo regulador de voltaje Lm2596.....	46
Figura 28. Bomba hidráulica utilizada para el circuito de desinfección de manos IPx8 a 12V...	46
Figura 29. Bomba de hidráulica utilizada para los circuitos de desinfección de desinfección cuerpo y pies.....	47
Figura 30. Programación en el software Arduino para el circuito de desinfección de manos.	48
Figura 31. PCB pistas	48
Figura 32. Visualización en 3D de circuito de desinfección manos (izquierda), cuerpo y pies (derecha).....	49
Figura 33. Circuito de medición de temperatura	49
Figura 34. Circuito de desinfección con un funcionamiento completo.....	50
Figura 35. Cálculo de la corriente de cada uno de los circuitos	51
Figura 36. Datos del rendimiento del panel solar.....	52
Figura 37. Correcta conexión que se debe realizar al controlador solar	52
Figura 38. Capacidad y rendimiento de la batería solar seca	53
Figura 39. Impresión de los circuitos en hoja de acetato	53
Figura 40. Limpieza de placa de baquelita	54
Figura 41. Placa terminada y lista para su implementación	54
Figura 42. Parte superior de la placa de baquelita	55
Figura 43. Diseño 3D mediante el programa de AutoCAD.....	56
Figura 44. Soldadura y corte para la construcción de la cabina.....	56
Figura 45. Diseño e implementación de la caja para los circuitos.....	57
Figura 46. Conexión y verificación de funcionamiento de los circuitos	57
Figura 47. Prueba de funcionamiento del proceso de desinfección.....	58

Figura 48. Verificación de conexiones en el controlador solar59

Resumen

El presente proyecto consiste en la implementación de un prototipo de sistema automático de desinfección, medición de temperatura y control de aforo para el centro geriátrico Hogar de Ancianos San Mateo mediante el uso de paneles solares como fuente de energía renovable y un sistema de control automático, que tiene como finalidad aprovechar lo la energía solar en un sistema automático de desinfección, para evitar la propagación de virus que se está viviendo la sociedad en la actualidad, además su construcción se realizó con materiales de reciclaje para poder ayudar al planeta con menos contaminación, el centro geriátrico se encuentra ubicado en la ciudad de Quito, provincia de Pichincha. La energía suministrada por el sistema fotovoltaico permite que cada uno de sus circuitos funcionen de manera adecuada, gracias al controlador solar, este sistema automático de desinfección permite que el personal o los familiares de los residentes ingresen con un menor riesgo de contaminación externa al centro geriátrico, esto gracias a que de forma externa estarán desinfectados. Este consta de un sistema de medición autónomo mediante sensores, los cuales permite conocer la temperatura de la persona que intenta ingresar, además de un control de aforo que realiza su conteo al momento de la desinfección de las manos y como último paso para ingresar se realiza la desinfección del su ropa y sus pies mediante rociadores que son accionados al momento de ingresar a la cabina por medio de un sensor de proximidad.

Palabras clave:

- **SISTEMA FOTOVOLTAICO**
- **SENSORES DE PROXIMIDAD**
- **DESINFECCIÓN DE GERIÁTRICOS**

Abstract

This project consists of the implementation of a prototype of an automatic disinfection, temperature measurement and capacity control system for the Hogar de Ancianos San Mateo geriatric center through the use of solar panels as a renewable energy source and an automatic control system, which aims to take advantage of solar energy in an automatic disinfection system, to prevent the spread of viruses that society is experiencing today, in addition, its construction was made with recycling materials to help the planet with less pollution, the geriatric center is located in the city of Quito, Pichincha province. The energy supplied by the photovoltaic system allows each of its circuits to function properly, thanks to the solar controller, this automatic disinfection system allows staff or relatives of residents to enter the geriatric center with a lower risk of external contamination This is due to the fact that they will be disinfected externally. This consists of an autonomous measurement system by means of sensors, which allows to know the temperature of the person who tries to enter, in addition to a capacity control that performs its count at the time of hand disinfection and as the last step to enter it is carried out the disinfection of your clothes and your feet by means of sprinklers that are activated at the moment of entering the cabin by means of a proximity sensor.

Key words:

- **PHOTOVOLTAIC SYSTEM**
- **PROXIMITY SENSORS**
- **DISINFECTION OF GERIATRICALS**

Capítulo I

1. Introducción

1.1. Tema

Implementación de un prototipo de sistema automático de desinfección, medición de temperatura y control de aforo para el centro geriátrico hogar de ancianos san mateo mediante el uso de energía renovable.

1.2. Antecedentes

Por la relevancia del tema se han realizado trabajos investigativos como los que se expone a continuación:

(Hirooka, Yoshiki, 2020) indica que el número de muertos por COVID-19 ya ha despuntado al del síndrome respiratorio agudo severo conocido también como SARS. Información de todo Japón ha empezado a llegar sobre infecciones por esta nueva enfermedad en personas sin antecedentes de contacto con individuos infectados.

(La CEPAL, 2020) cita datos emitidos por el Centro Chino para el Control y Prevención de Enfermedades, en donde se analizó que tal vez del total de casos de pacientes perecieron en ese dicho país inclusive hasta el 11 de febrero de 2020, el 15% de los infectados por el virus tenían una edad de 80 años y más, lo que nos permite entender que las personas de mayor edad son más vulnerables a obtener síntomas graves en su salud.

(Holt A, 2020) menciona que los pacientes de edad avanzada en hogares de ancianos han sido característicamente vulnerables. La cercanía de los residentes da como deducción un mayor riesgo de infección y propagación en estos hogares. Los cuidadores de dichos pacientes pueden propagar dicho virus de forma inesperadamente en algunas áreas sin la protección y desinfección adecuada. Estos hogares son especialmente vulnerables a enfermedades

contagiosas por la razón de que los habitantes a menudo son ancianos y tienen otras enfermedades subyacentes.

(Rodríguez, 2016) ha descrito que la energía solar fotovoltaica se ha desarrollado de manera muy acelerada en la actualidad en comparación de las otras fuentes de energías renovables, esto se debe gracias al poseer un sinnúmero de ventajas, una de ellas es que se puede encontrar fácilmente en cualquier parte del globo terráqueo, además de no emite ruidos, es inagotable, su instalación es fácil, no generan emisiones infectas al ambiente y lo más importante es que no demandan un complejo mantenimiento, entre otras.

(Oñate, 2014) manifiesta que el Ecuador es uno de los países que tiene una alta riqueza en energías renovable, pero que lamentablemente por la falta de tecnología siempre ha dependido de las hidroeléctricas para compensar su consumo eléctrico.

(Cruz, 2017) señala que, en la actualidad, con la era tecnológica cada día se están desarrollando máquinas y proyectos renovables para la obtención energía limpia de forma amplia, aprovechando la radiación electromagnética procedente del sol, mediante las células fotovoltaicas.

Y para finalizar, (RENOVA ENERGÍA, 2016) indica que actualmente se dispone de varios tipos de fuentes de energía limpia como la energía eólica, energía solar fotovoltaica, energía geotérmica, biomasa, mareomotriz, vórtice gravitacional (generación de energía eléctrica a partir de un remolino de agua).

1.3. Planteamiento del problema

Frente a los antecedentes se puede deducir la imperante necesidad de sistemas de desinfección especialmente para sectores completamente vulnerables en el mundo, tal es el caso de centros geriátricos donde es inminente la calidad de asepsia de personal externo a los

residentes en dichos sitios, especialmente para la prevención de Covid 19 que en la actualidad es uno de los principales problemas que se debe enfrentar.

El alto índice de muertes a nivel mundial por dicho virus se da en personas de la tercera edad, por eso es necesario buscar técnicas o procedimientos que pretendan su protección.

En el Ecuador la mayoría de centros geriátricos no cuentan con personal técnico calificado para implementar sistemas que realicen la desinfección de las personas que ingresan al centro. En particular en el centro Hogar de Ancianos san Mateo, actualmente estos procesos de desinfección corporal y medición de temperatura se efectúan de forma parcial y por medio de una tercera persona. El no disponer de un sistema automático que cumpla la desinfección corporal; la medición de temperatura y control de aforo dentro del centro puede provocar que la persona se contagie y contagie a las personas dentro del centro y a su familia al estar en contacto con ellos.

1.4. Justificación

La Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE en su programa Tecnología Electrónica mención Instrumentación y Aviónica tiene un compromiso con la comunidad en satisfacer sus necesidades tecnológicas y más aun con sectores completamente vulnerables en los que se puede aportar considerablemente los conocimientos adquiridos por el estudiante.

En la actualidad la academia tiene el deber de facilitar toda la ayuda necesaria para contener la propagación del Covid 19 con proyectos que aseguren y salvaguarden la integridad física y emocional de las personas.

La presente propuesta tiene como objetivo la implementación de un sistema de medición de temperatura, desinfección completa compuesta por el saneamiento de: manos, pies, cabeza y dorso; y se complementa con el conteo de personas que ingresan para mantener un aforo limitado y garantizar el distanciamiento social.

Este sistema será alimentador por energía solar fotovoltaica, el cual permitirá el funcionamiento del sistema automático de los dispositivos de desinfección; el uso de esta energía limpia o conocida como renovable o verde, contribuye al mejoramiento de calidad de vida de los seres vivos, es decir, normalmente no contamina al medio ambiente y además reduce significativamente los gastos en las planillas de servicios eléctricos, siendo esta una gran ayuda para el Centro geriátrico “Hogar de Ancianos San Mateo”.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

Implementar un prototipo de sistema automático de desinfección, medición de temperatura y control de aforo para el centro geriátrico Hogar de Ancianos San Mateo mediante el uso de paneles solares como fuente de energía renovable y un sistema de control automático.

1.5.2. Objetivos específicos

- Recopilar información sobre el funcionamiento y alimentación de corriente eléctrica en los dispositivos electrónicos para sistemas de control automáticos.
- Determinar el tipo de energía renovable más adecuada para alimentar al sistema automático, en función a las condiciones ambientales donde se encuentre el centro geriátrico.
- Implementar los sistemas de control individual diseñados para cumplir los requisitos detectados del sistema completo.
- Armar y probar el prototipo implementado utilizando alimentación a base de energía solar.

1.6. Alcance

El presente proyecto tiene como finalidad la implementación de un prototipo de sistema automático de desinfección, medición de temperatura y control de aforo, mediante el uso de paneles solares para tratar de mitigar la contaminación, el contagio y propagación del virus “Covid 19” en el centro geriátrico Hogar de Ancianos San Mateo, dándole así seguridad y protección al ingreso del personal y de los familiares.

Capítulo II

2. Marco teórico

Según (Salamanca-Avila, 2017) la energía solar o también conocida como energía fotovoltaica es un recurso renovable, el nivel de polución que produce es muy bajo, además de que el coste de instalación se salvan al reducir la facturación del consumo de energía suministrado por compañías de servicios públicos.

(Pedace, 2016), expresa que el generador fotovoltaico transforma la radiación del sol directamente en electricidad gracias a un dispositivo semiconductor designado como celda solar, que aprovecha un proceso llamado efecto fotovoltaico, este proceso fue descubierto por el físico Edmond Becquerel en 1839 Francia. Las celdas solares se enlazan en serie para crear módulos fotovoltaicos, cuya eficacia en la conversión se encuentra por lo común entre el 10% y el 20%. La clasificación de los sistemas fotovoltaicos se puede observar según la (tabla 1).

Tabla 1

Clasificación de los sistemas fotovoltaicos.

Sistemas fotovoltaicos	
Sistemas Aislados	Ubicados de manera típica en áreas rurales sin acceso al servicio eléctrico de red
Sistemas conectados a la red eléctrica pública	Instalados sobre el suelo en forma concentrada, constituyendo centrales de potencia o colocado de forma distribuida en techos o frentes de edificios

Nota. Consiste en un conjunto de dispositivos eléctricos que convierten la energía solar en energía eléctrica. Tomado de (Pedace, 2016)

En los últimos años en el mercado fotovoltaico apreció un importante crecimiento, debido básicamente a la instalación de cuantiosos sistemas conectados a red en diversos países desarrollados, estimulado por activas políticas de promoción.

En Latinoamérica seis países instalaron durante 2014 más de 50MW de potencia fotovoltaica: Ecuador (64MW), Chile (308MW), Uruguay (59MW), Brasil (51MW) México (97MW) y Honduras (72MW) (Álvarez, 2016).

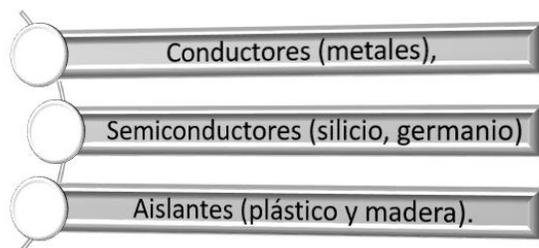
La energía eléctrica ha significado un impulso tecnológico de gran impacto en el aumento monetario de la humanidad y actualmente constituye más o menos el 65% de la elaboración de energía a nivel general.

Los combustibles fósiles (gas, carbón, petróleo) ayudan a la petición actual energética y se estima que facilitarán el 80% de la demanda energética necesaria en el 2040, pero la perspectiva de su incremento en la generación de energía primaria (industria, transporte y otros), se considera, será marginal desde el presente hasta el 2030 o 2035, actualmente generar energía eléctrica requiere una gran cantidad de consumo de combustibles fósiles, creando un alto nivel de contaminación, por lo tanto la energía solar puede pasar de ser un margen ínfimo de contribución como se piensa actualmente, a llegar a ser la más significativa fuente energética en el 2030, debido a que estas tienen el potencial más capaz del resto disponibles actualmente (López-Monteagudo & Villela-Varela, 2017).

(Valenzuela, 2018), dice que una celda solar es un dispositivo que transforma la luz del sol en electricidad, estas celdas están fabricadas de materiales semiconductores, constan fundamentalmente de tres tipos de materiales que pueden clasificarse de acuerdo a su conducta frente al paso de la corriente eléctrica como se observa en (figura 1).

Figura 1

Materiales para celdas solares

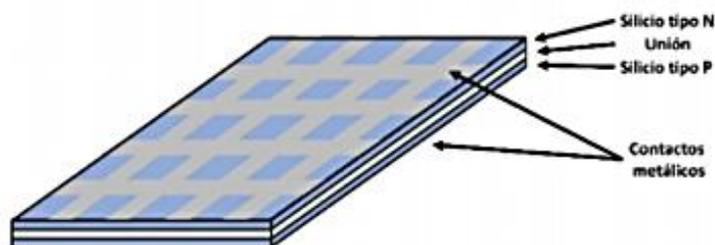


Nota. Materiales importantes para las celdas solares. Tomado de (Valenzuela, 2018)

Están constituidas esencialmente de dos laminas delgadas de silicio tipo P (tipo positivo una con menor carga de electrones) y otro tipo N (negativo con una mayor carga de electrones), además con contactos metálicos uno superior y otro inferior (figura 2). Es necesario indicar que el silicio es el semiconductor por excelencia, con el cual se elaboran la mayoría de los componentes electrónicos como los diodos, microprocesadores, transistores, entre otros.

Figura 2.

Constitución de una celda solar



Nota. Es un dispositivo que transforma la radiación solar en energía eléctrica. El silicio se transforma en semiconductor Tomado de (Valenzuela, 2018)

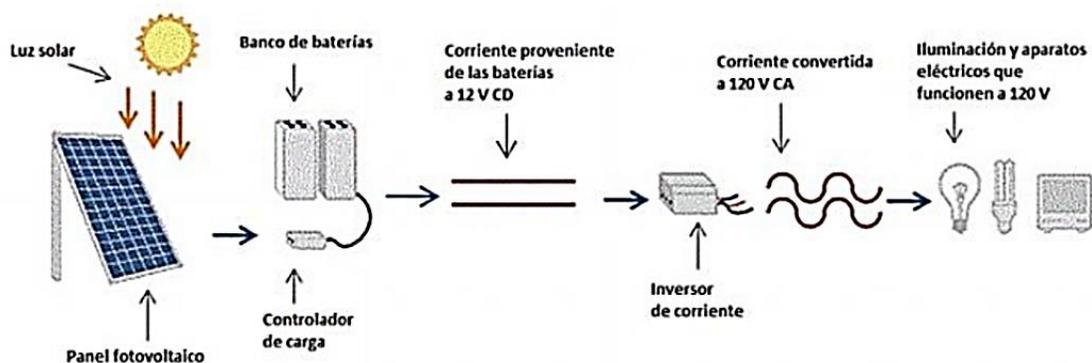
Según (Perpiñan, 2018) un sistema fotovoltaico autónomo (SFA) genera energía eléctrica para compensar el gasto de carga eléctrica no conectadas a la red, utilizando un sistema de acumulación energético para hacer anverso a los periodos en los que la generación es mínima con respecto al consumo. Este sistema siempre tiene energía por medio a los rayos solares, esta se puede utilizar de manera gratuita, por lo contrario, con los sistemas

interconectados a la red que en ocasiones tienen falta de energía por fallas técnicas y deben pagar a la empresa generadora por utilizar dicha energía, se puede observar en la (figura 3) el diagrama eléctrico del sistema fotovoltaico.

Si en lugar de uno son varios los electrones que circulan libremente, pueden producirse una corriente eléctrica considerando algunas condiciones y por esto, se genera electricidad a partir de la energía solar.

Figura 3

Diagrama eléctrico del sistema fotovoltaico



Nota. El panel solar es lo más importante en el sistema fotovoltaico, ya que proporciona energía eléctrica al controlador para que lo distribuya a la batería y al inversor de corriente. Tomado de (Perpiñan, 2018).

Las estructuras están destinadas a sujetar los paneles solares a una superficie física como el suelo o tejado, estas proporcionan una inclinación óptima a los paneles para la captación de energía solar (Artesa, 2017).

Los principales elementos de una instalación solar fotovoltaica son:

2.1. Estructura para paneles solares.

Tabla 2

Clasificación de estructuras para cubiertas planas

Estructuras para cubiertas planas	
Estructuras de hormigón	Su característica más importante que tiene esta estructura es su resistencia a los cambios climáticos externos y su durabilidad. Utilizadas únicamente para suelos o tejados planos como algunas viviendas o edificios.
Estructura soporte reforzada para cubierta plana	Planteada para ser instalada tanto en suelo como en una cubierta plana. Se monta en un contrapeso que evita el movimiento de la estructura con el viento. Adecuado de forma habitual para módulos de 60 o de 70 células, con inclinación de 30°
Estructura soporte para cubierta plana	Está destinada para cubiertas planas o directas a suelo, vinculado con contrapesos que evita el movimiento de la estructura con el viento No dispone de triángulos completos ni ángulos trasversales lo que comprime la dureza del conjunto

Nota. La estructura depende mucho del lugar planeado colocar el sistema de paneles solares. Tomado de (Artesa, 2017)

Tabla 3*Clasificación de estructuras para cubiertas inclinadas*

Estructuras para cubiertas inclinadas	
Estructura coplanar para tejado inclinado con varilla roscada	Está diseñada para instalarse en tejados inclinados de hormigón o teja doble, donde es complejo desmontar una teja concreta que podría provocar averías en las tejas cercanas
Estructura coplanar para tejado inclinado	Esta creada para instalarse en tejados con base metálica como chapa o similar
Estructura coplanar para tejado de teja	Este tipo de estructura está diseñada para instalar en tejados inclinados de teja clásica, también denominada teja de media caña.

Nota. Las estructuras para cubiertas inclinadas son utilizadas principalmente para la protección contra el agua lluvia. Tomado de. (Artesa, 2017)

2.1.1. Módulo solar fotovoltaico

Los módulos fotovoltaicos o también conocido como paneles solares son dispositivos hechos por metales sensibles a la luz, que desasen electrones cuando los rayos de luz alcanzan sobre ellos, generando energía eléctrica, estos forman celdas a base de silicio puro con adición de impurezas de ciertos elementos químicos (figura 4).

Se le puede dar varios usos ya que al estar conectado a una red y generando energía eléctrica pueden dar servicios valiosos en casas, empresas o parques como se observa en la (figura 5).

Si los paneles fotovoltaicos se pudieran proveer a la población a precios accesibles, paulatinamente se podría generar energía en la mayoría de hogares a un bajo precio, tomando en cuenta que se demore de manera inicial compensar la inversión (Arencibia, 2016).

Figura 4.

Condiciones climáticas que afectan el funcionamiento del sistema solar fotovoltaico



Viento.

- Se requiere fijaciones que permitan que el panel solar sea seguro al momento de fuertes vientos.



Nubes.

- Al analizar el lugar en donde sera implementado el panel solar, se determina el tipo y el número de paneles que se necesita, además el tipo de estructura.

Nota. Estas condiciones afectan de forma negativa al sistema fotovoltaico, por el motivo de que pone en riesgo su funcionamiento. Tomado de (Artesa, 2017)

Figura 5.

Panel solar montado en un parque



Nota. El sistema de paneles solares es muy útil en lugares en donde exista dificultad al instalar energía eléctrica mediante la red pública. Tomado de (Arencibia, 2016)

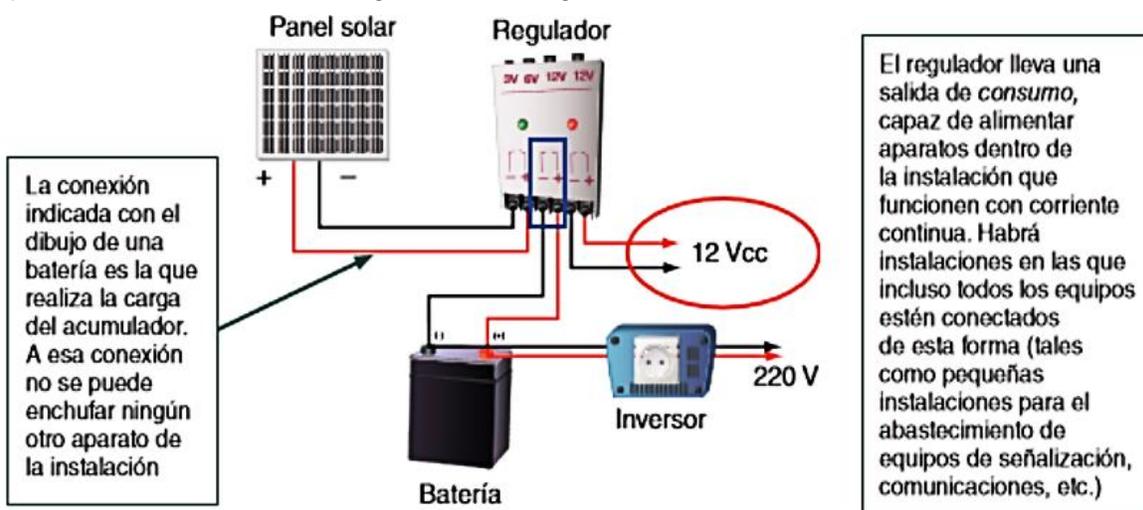
2.1.2. Regulador de carga.

(Caceres Samaniego & Mamani Villca, 2018) mencionan que el regulador de carga tiene como trabajo evitar circunstancias de sobrecarga y sobre descarga en la batería, con el

propósito de extender su vida útil. Para que su funcionamiento sea correcto en la instalación, se coloca el sistema de regulación de carga en la unión entre el panel solar y la batería. Los reguladores de carga de seguimiento del punto de máxima potencia M.P.P.T y modulación por ancho de pulsos P.W.M son considerablemente utilizados para cargar las baterías con energía solar (figura 6). El regulador de carga de seguimiento del punto de máxima potencia es más complejo y costoso, este ajusta su voltaje de entrada para lograr una máxima potencia en el panel solar y luego convertir esta energía para suministrar un voltaje variable solicitado por la batería, así como para la carga.

Figura 6.

Esquema de conexión de un regulador de carga



Nota. El regulador o también conocido como controlador solar, es el dispositivo que permite la comunicación entre el panel solar, la batería y en muchos casos con el inversor de corriente. Tomado de (Caceres Samaniego & Mamani Villca, 2018).

2.1.3. Batería o acumulador.

Almacenar energía es muy importante para alcanzar la tarea de alimentar a los consumidores eléctricos de acuerdo a la petición en el tiempo requerido, además de conocer las baterías que son más utilizadas (figura 7).

Para seleccionar una batería primero se analiza las características técnicas que tiene (figura 8), madurez de la tecnología, como la profundidad de descarga, el tiempo de vida y el ciclado (Tébar-Martínez, 2017).

Figura 7

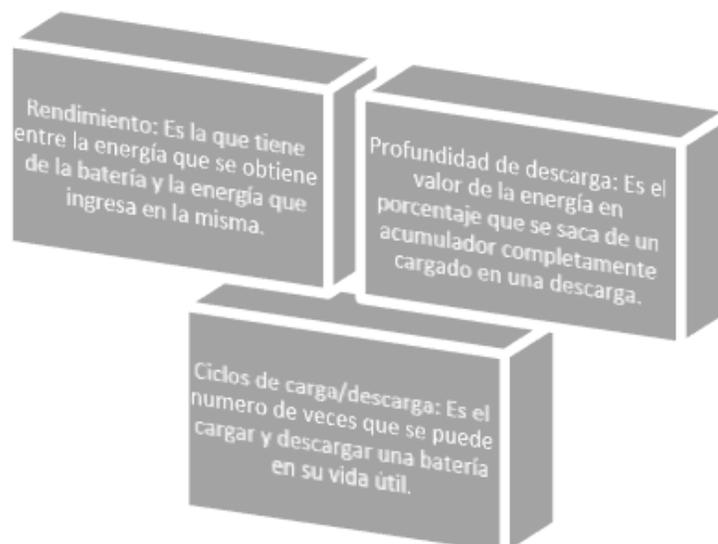
Sistemas de baterías más utilizados



Nota. Cada batería tiene un uso distinto dependiendo del material que está. Tomado de (Tébar-Martínez, 2017)

Figura 8

Características que debe tener una batería



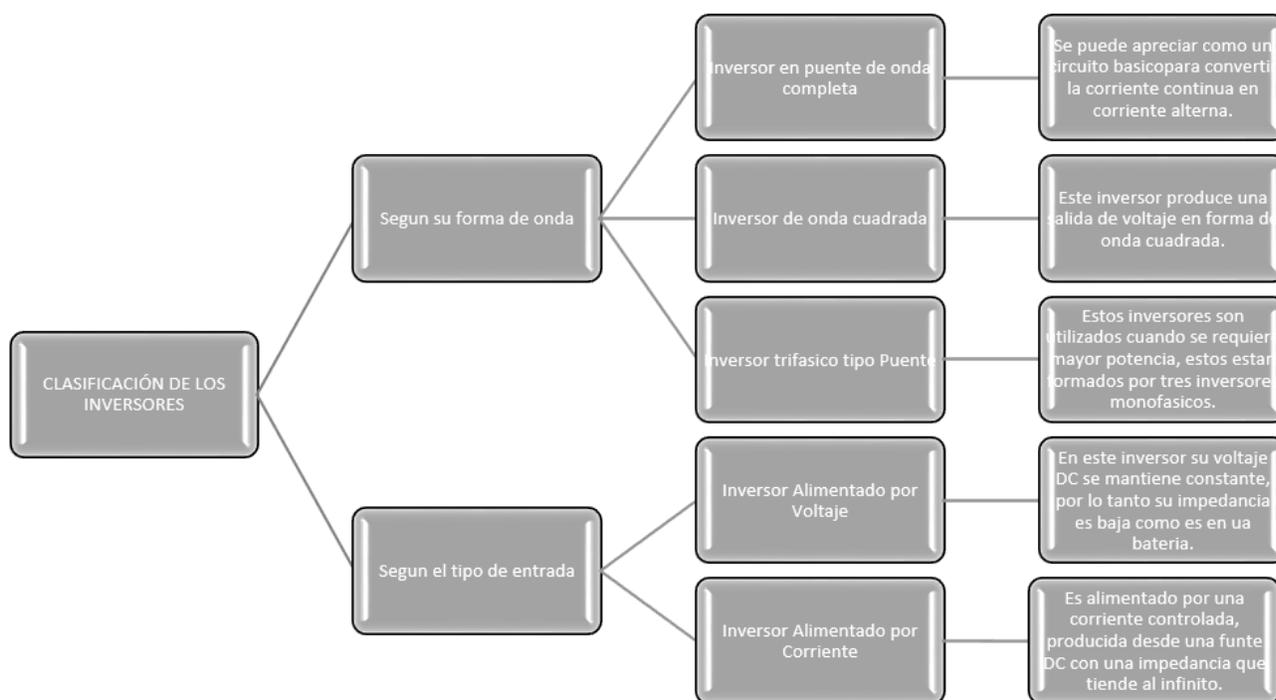
Nota. Estas características son esenciales para que la adquisición de una batería. Tomado de (Tébar-Martínez, 2017)

2.1.4. Inversor.

La función principal de que tiene un inversor es cambiar un voltaje de entrada DC a un voltaje proporcional AC en la salida, con una magnitud y una frecuencia anhelada. Existe una gran variedad de inversores (figura 9), estos dependen del tipo de aplicación que se les va a dar (Alomoto Fajardo & Pilco Pilco, 2017).

Figura 9

Clasificación de inversores



Nota. Los inversores son muy importantes cuando queremos transformar corriente continua a corriente alterna. Tomado de (Alomoto Fajardo & Pilco Pilco, 2017)

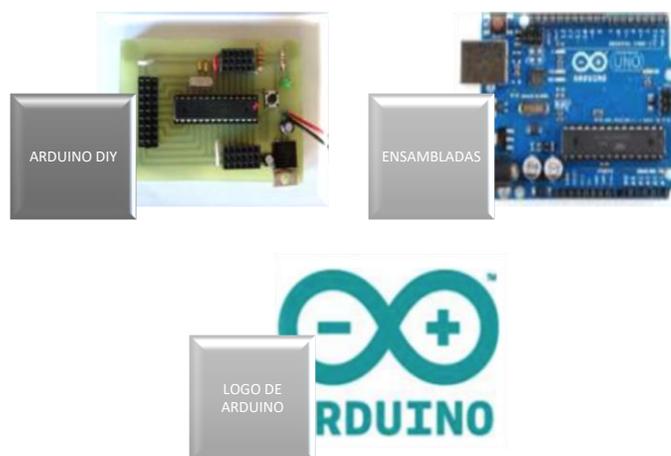
En algunos países los inversores fotovoltaicos que están conectados a la red eléctrica (norma CFE G0100-04) deben manejar un transformador para certificar un aislamiento galvánico, el inversor debe garantizar que el modelo fotovoltaico es manipulado en el puesto de máxima potencia, que es el estado de funcionamiento en el que se logra la mayor cantidad de energía (Tapia & Gutiérrez, 2018).

2.2. Microcontrolador

Con el pasar de los años la humanidad ha ido desarrollando sistemas de miniaturización en dispositivos inteligentes buscando a la par mejorar considerablemente su eficiencia. En el pasado cuando los microprocesadores aún no eran inventados, las personas creaban sus propios circuitos electrónicos los cuales implicaban numerosos componentes y varios cálculos matemáticos. El trabajo de los microcontroladores y microprocesadores nos admitten progresar en los aspectos tecnológicos de las actuales computadoras, ofreciéndonos un instrumento útil para desarrollar aplicaciones que favorecen al avance tecnológico. El microcontrolador Arduino es un hardware libre. Las placas son programadas a través de un software determinado proporcionado por la compañía el cual compila el código y lo carga al modelo de placa seleccionado. Las placas Arduino están disponibles de dos formas: DIY (hazlo tú mismo), el propósito que tiene es investigar y aplicar el popular método del ensayo y error (figura 10) y ensambladas que consiste en que la placa viene ya acoplada y fabricada por la compañía sin necesidad de modificar absolutamente nada. (Amat Verdú, 2017).

Figura 10

Tipos de placas Arduino



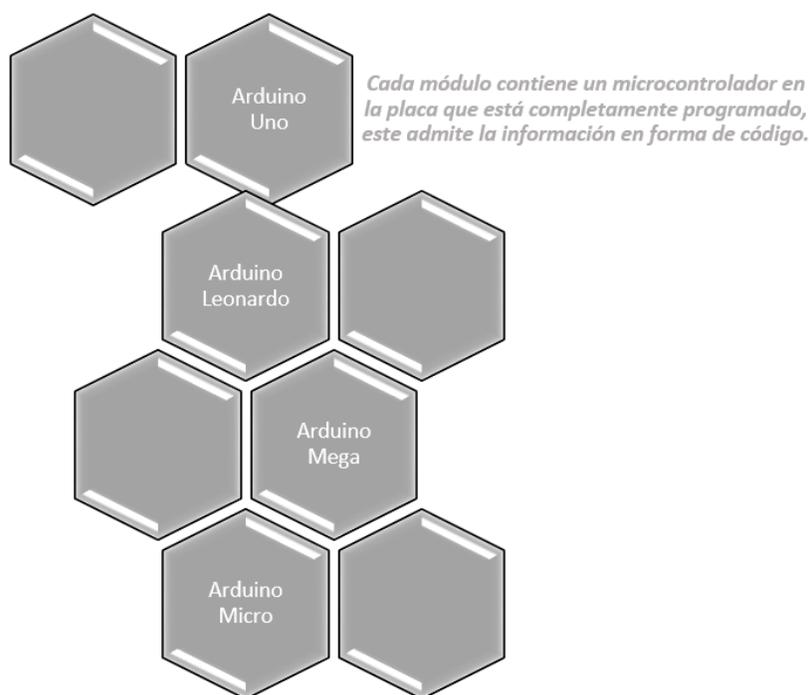
Nota. Estas placas facilitan la electrónica y la programación. Tomado de (Amat Verdú, 2017)

2.2.1. Software de programación.

Según (Fezari & Al Dahoud, 2018) uno de los lenguajes de programación más populares que Arduino utiliza es una versión simplificada de C, IDE (Integrated Development Environment) es el software que presentó Arduino, el cual es utilizado especialmente para la edición (se escribe el código requerido), la compilación y para cargar el código en un dispositivo. La mayoría de módulos son compatibles con IDE (figura 11), ya que es de código abierto y da la posibilidad de instalar y comenzar a compilar códigos sobre la marcha.

Figura 11

Módulos Arduino más utilizados



Nota. Existe una variedad de módulos Arduinos, cada uno depende del uso que se le va a dar y del grado de dificultad del proyecto. Tomado de (Fezari & Al Dahoud, 2018)

El boceto o también conocido como código principal que se ha creado en la plataforma IDE formará en última instancia un código hexadecimal. Este archivo se transfiere y se carga en el controlador de la placa. IDE se compone de una barra de menú, editor de texto y de un

panel de salida (figura 12); cuando se utiliza Arduino es muy importante declarar las variables globales (una variable le admite nombrar y recopilar un valor para usarlo en el futuro) es muy recomendable que se declare las variables para proporcionar el uso de sus valores a futuro en la línea. Para declarar una variable sencillamente defina su nombre, valor inicial y tipo (Mejía, 2017).

Figura 12

IDE Arduino



```

Archivo  Editar Programa Herramientas Ayuda
sketch_ju07a
1 void setup() {
2   // put your setup code here, to run once:
3
4 }
5
6 void loop() {
7   // put your main code here, to run repeatedly:
8
9 }
  
```

Arduino Nano, ATmega328P en COM1

Nota. Este es el apartado en donde se escribe el código para luego, subirlo al microcontrolador. Tomado de (Fezari & Al Dahoud, 2018)

2.3. Control de temperatura corporal.

(Picón-Jaimes & Orozco-Chinome, 2020) comenta el control de temperatura en una persona es un proceso natural del cuerpo, el cual consiste en la activación de unos mecanismos centrales para mantener la homeostasis corporal y las funciones vitales. Este proceso es muy importante, ya que estabiliza los procesos respiratorios, nerviosos, cardiovasculares y el buen funcionamiento de los músculos. Abarca mecanismos que son

controlados por el hipotálamo, este funciona a través de un sistema de retroalimentación que permite la disminución o el aumento de la temperatura como resultado a las condiciones ambientales gracias a las neuronas las cuales están especializadas a detectar variaciones de temperatura interna del organismo, esta temperatura la comparan con la del medio (figura 13). Los receptores se encuentran en la medula espinal, órganos internos y en la piel, estos mantienen como valor referencial los 37°C.

Figura 13

Representación de temperatura alta mediante un termómetro laser digital



Nota. Representación gráfica de medición de temperatura sin contacto. Tomado de (Picón-Jaimes & Orozco-Chinome, 2020)

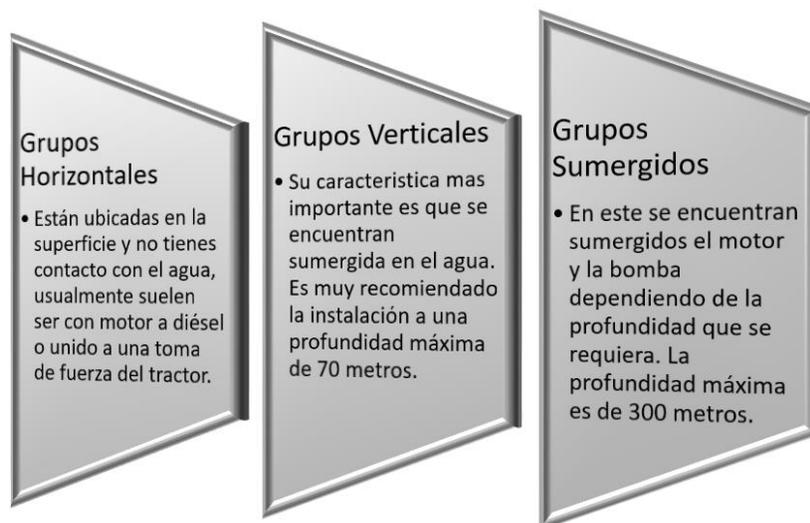
El control de temperatura juega un papel muy importante en la persona, debido a que responde a modulaciones en el nivel de la temperatura, con la edad la efectividad del control de temperatura se reduce, este resultado es por el deterioro sensorial. El trastorno del equilibrio térmico se lo denomina fiebre, esta se casi siempre se le atribuye en su mayoría a una respuesta inflamatoria mediada por linfocitos TH1, frente a una invasión del organismo por parte de microorganismos con potencial patogénico (Picón-Jaimes & Orozco-Chinome, 2020).

2.4. Bomba hidráulica.

También conocidas como bombas de agua, tienen como funcionamiento aumentar la energía de las masas líquidas por el traslado a través de tuberías, en la (figura 14) se detalla los grupos de bombeo (Barreno Cuvi & Benavides Orozco, 2020).

Figura 14

Grupos de bombeo

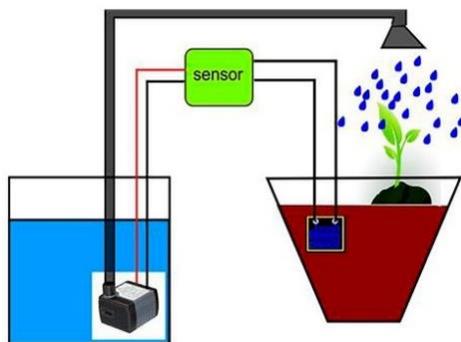


Nota. Cada grupo de bombeo está destinado a un uso específico de trabajo. Tomado de (Barreno Cuvi & Benavides Orozco, 2020)

(Barreno Cuvi & Benavides Orozco, 2020) define como un conjunto de componentes interconectados con el propósito de transportar fluidos. Este sistema podemos encontrar diversas aplicaciones industriales, como es en herramientas neumáticas, desinfección y calderas. La complejidad de los circuitos hidráulicos ha aumentado, así como su mantenimiento. La bomba hidráulica, en general, es el componente más caro de los sistemas hidráulica, considerando los costos de adquisición y mantenimiento.

Figura 15

Funcionamiento de una bomba hidráulica



Nota. Representación gráfica del funcionamiento de la bomba hidráulica. Tomado de (Hernandez Garcia, 2020)

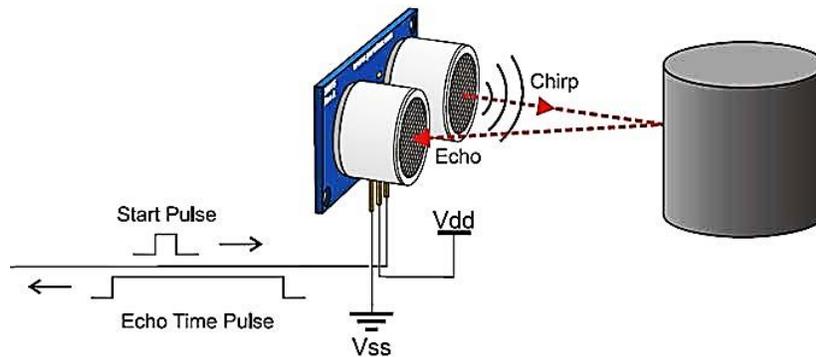
Como se puede observar en la (figura 15), la bomba tiene una entrada por donde absorbe el líquido del recipiente o tanque en el que se encuentre, para que después el motor sea el encargado de generar la energía cinética, la cual se encarga de extraer el agua desde la entrada y la envía a través de la salida, esta salida es una toma por donde saldrá el líquido propulsado por la potencia de la bomba de agua (Hernandez Garcia, 2020).

2.5. Sensor de presencia.

Los sensores son componentes que convierten magnitudes físicas en magnitudes medibles, puede ser caudal del agua, temperatura, presión entre otros. Un sensor muy usado para presencia es el ultrasónico (figura 16), el cual es un sensor de distancias por ultrasonidos capaz de detectar cuerpos u objetos y calcular la distancia a la que se halla en un rango de 2 a 440 cm (emite un sonido y mide el tiempo que la señal tarda en regresar). Este sensor funciona por ultrasonidos y contiene toda la electrónica la cual es la que está encargada de hacer la medición (Agudelo Gutiérrez & Castrejón, 2018). La forma en la que trabaja es muy sencilla, como remitir el pulso de arranque y calcular la anchura del pulso de regreso. Se resalta su bajo consumo, excelente precisión y su precio accesible por lo que está reemplazando a los sensores polaroid en los robots más recientes (Zúñiga & Velazquez, 2020).

Figura 16

Funcionamiento del sensor ultrasónico



Nota. Representación gráfica del funcionamiento del sensor con respecto a un objeto. Tomado de (Zúñiga & Velazquez, 2020)

Su trabajo en la emisión de un pulso ultrasónico que es activado mediante el pin TRIG, el cual en la mayoría de veces es controlado mediante un microcontrolador, a continuación, se examina el tiempo que se demora el pulso en llegar al pin ECHO, este proceso se puede realizar gracias a que al ubicar un objeto frente al sensor el pulso rebota admitiendo regresar al sensor. La precisión y distancia que se puede conseguir de estos sensores acata del algoritmo o interfaz que se use para controlarlo (Ojeda & Cruz, 2018).

Capítulo III

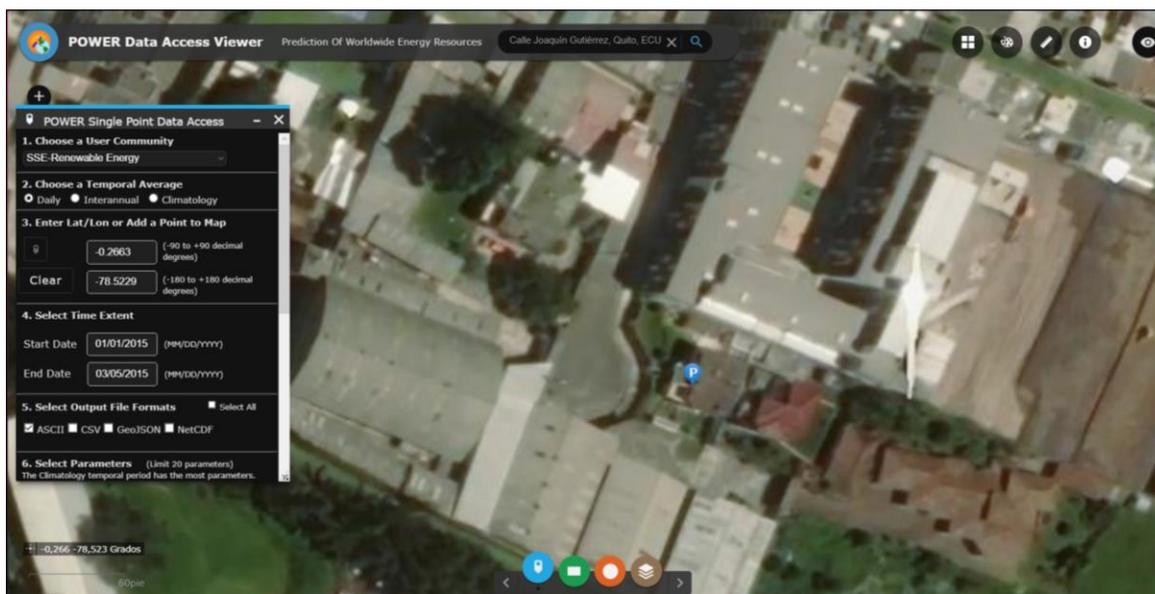
3. Desarrollo

3.1. Coordenadas e irradiación solar

El presente proyecto se encuentra implementado en la ciudad de Quito, provincia de Pichincha, latitud -00.266321° y longitud -078.522928° , dichas coordenadas se pudieron tomar como punto referencial mediante el uso de la página Power Data Access Viewer, la cual permite usar su sistema GPS como se muestra en la figura 17 respectivamente, el mismo que se localiza en la línea ecuatorial.

Figura 17

Vista satelital del centro geriátrico.



Nota. Vista mediante satélites del lugar de la implementación del proyecto y coordenadas geográficas por medio del GPS. Tomado de (POWER Data Access Viewer, 2021)

Además de obtener las coordenadas, también se realizó la investigación de:

- Potencia de energía fotovoltaica y el ángulo solar *azimuth* (ángulo entre la proyección del eje del sol sobre el plano horizontal y el sur verdadero) como se observa en la figura 18.
- Irradiación normal directa (radiación que llega a un lugar definitivo originario del disco solar)
- Irradiación global (suma de la radiación directa y la difusa), es el resultado total de radiación que llega a un lugar fijo.
- Irradiación difusa (radiación total resultante del domo celeste que baja sobre una zona horizontal).
- Inclinación óptima que debe tener el módulo fotovoltaico.

Con los respectivos datos del lugar de la instalación que se muestra en la figura 19, se procedió a investigar el nivel de irradiación que está disponible en el centro geriátrico “San Mateo”, dando un resultado favorable para la implementación del sistema fotovoltaico en un prototipo automático de desinfección, como se observa en la (figura 20).

Figura 18

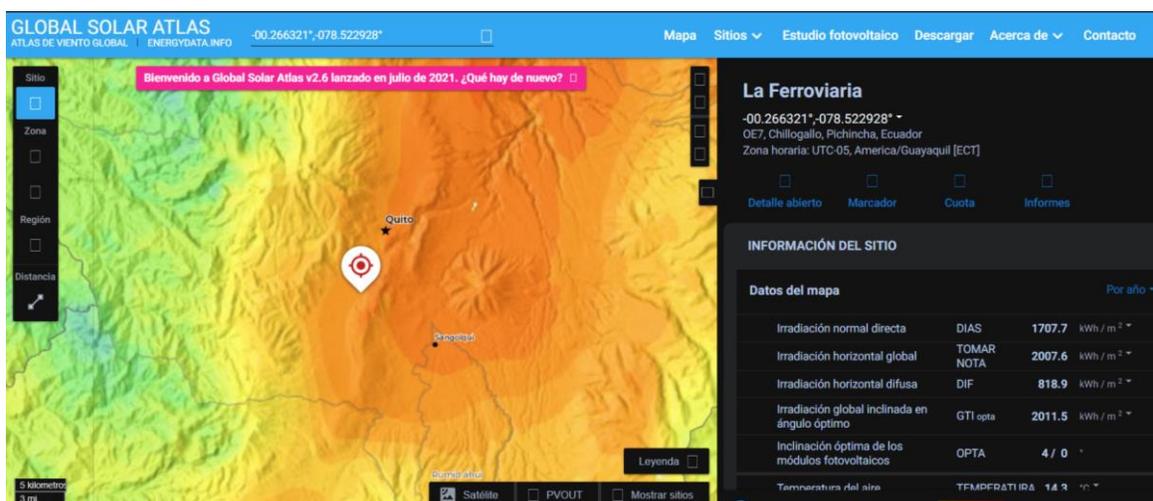
Potencia de energía fotovoltaica y ángulo solar azimuth del lugar



Nota. El ángulo solar azimuth está dado en grados con respecto al norte en sentido horario. Tomado de (Global Solar Atlas, 2021)

Figura 19

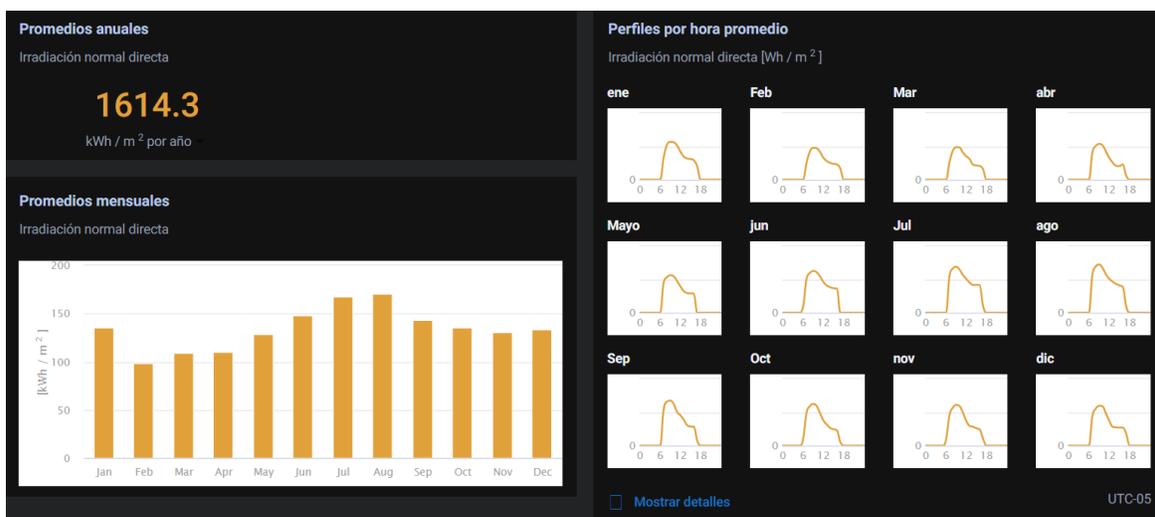
Irradiación solar Quito



Nota. Datos de la irradiación solar en el lugar de que se desarrolló el proyecto. Tomado de (Global Solar Atlas, 2021)

Figura 20

Irradiación solar promedio anual, mensual y por hora del lugar en donde se desarrolló el proyecto



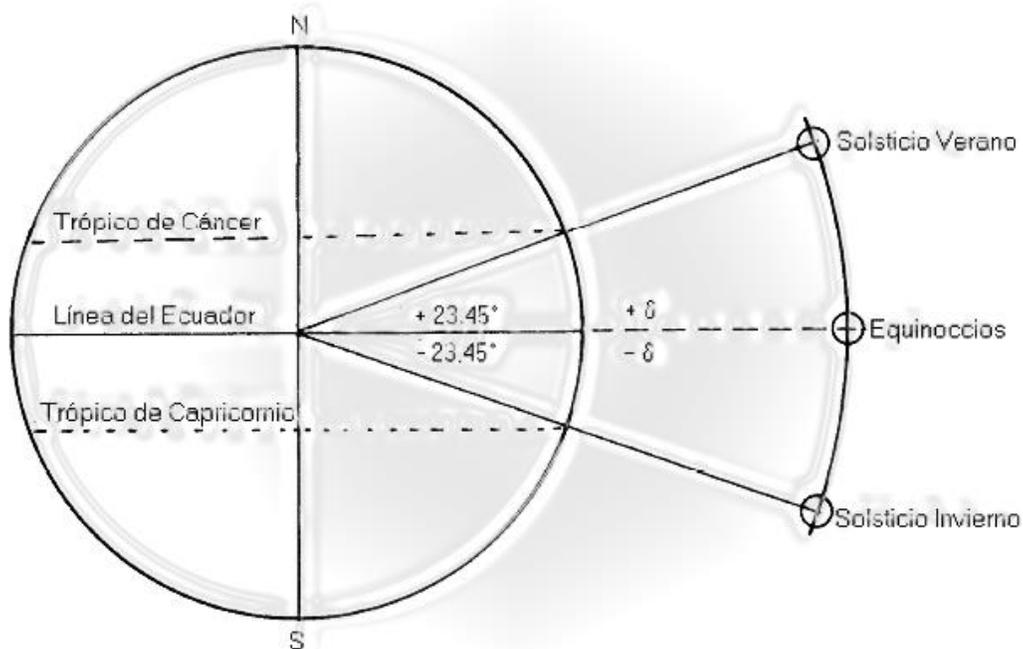
Nota. Irradiación solar promedio anual, mensual y por hora del lugar en donde se desarrolló el proyecto. Tomado de (Global Solar Atlas, 2021)

Al estar situado el centro geriátrico muy cerca de la línea ecuatorial, la orientación óptima y sugerida por la página Global Solar Atlas de los paneles fotovoltaicos es 4° hacia el

norte, este ángulo se debe a que en la ciudad de Quito los rayos solares caen de forma perpendicular por la razón que se encuentra ubicada en el centro de la tierra (figura 21).

Figura 21

Incidencia de los rayos solares en Ecuador



Nota. Caída perpendicular de los rayos solares hacia la línea Ecuatorial. Tomado de (Córdova, 2021)

3.2. Simulación y diseño de los circuitos de desinfección, medición de temperatura y control de aforo.

3.2.1. Circuito de medición de temperatura

Antes de realizar los circuitos y su respectivo cálculo se utilizó el programa Proteus, el cual es un software que permite la simulación de circuitos eléctricos análogos como digitales, dicho programa permitió verificar el funcionamiento correcto de cada elemento implementado en el prototipo de desinfección, la pestaña esquema electrónico es la que permite la simulación y prueba de los circuitos, (figura 22). Para la realización del circuito que mide la temperatura de

las personas que ingresen al centro geriátrico se usó como parte fundamental el sensor MLX90614 el cual está diseñado para ser sensible a la radiación infrarroja emitida por un objeto a distancia; también se implementó un microcontrolador Arduino Nano, este permite interpretar la información que está grabada en él para luego decidir las acciones que debe realizar según la información; adicional, este circuito cuenta con una pantalla LCD 16x2 y un módulo I2C que facilita la visualización de la temperatura ambiente como también la temperatura de la persona, para poder presentar dicha variable se utilizó un sensor ultrasónico o también conocido como hc-sr04, el mismo que sirve como un interruptor, este debe estar en conjunto al dispositivo MLX90614 para su respectivo funcionamiento.

Al detectar una persona a cierta distancia el detector ultrasónico manda una señal para que el sensor de temperatura comience a funcionar y permita conocer la medición térmica visualizándola en el LCD.

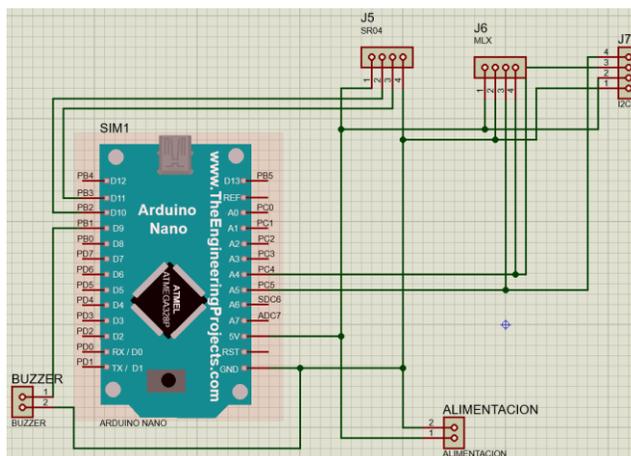
Se procedió a realizar la programación en el software de Arduino, para que este circuito funcione de manera correcta se procedió a instalar las respectivas librerías necesarias (figura 23), tales son:

- Módulo I2C (`#include <LiquidCrystal_I2C>`)
- Sensor térmico (`#include <Adafruit_MLX90614.h>`)
- Sensor ultrasónico (`#include <SR04.h>`)

Cada línea importante del código de programación tiene su respectivo comentario de funcionamiento, como por ejemplo el cambio de distancia de detección, que se le puede dar al sensor ultrasónico y la temperatura máxima permitida la cual es 37.5°, si sobrepasa dicho valor manda una señal que enciende un led y una alarma sonora (*buzzer*) para alertar que existe una persona con temperatura alta.

Figura 22

Simulación del circuito que permite la medición de temperatura



Nota. La simulación del circuito es muy importante para comprobar su eficiencia. Tomado de (Córdova, 2021)

Figura 23

Librerías y programación utilizado en el circuito medidor de temperatura

```

1 #include <Wire.h> //comms
2 #include <Adafruit_MLX90614.h> //Termico libreria
3 #include <SR04.h> //Ultrasonido
4 #include <LiquidCrystal_I2C.h> //Pantalla libreria para el modulo I2C
5 #include <LCD.h>
6
7 //Definicion de Pines
8 #define Echo 11 //Echo del Ultrasonido
9 #define Trig 10 //Trig del Ultrasonido
10 #define LP 9 //Salida Luz piloto LED
11
12 //Inicializar
13 Adafruit_MLX90614 mlx = Adafruit_MLX90614(); //Sensor Termico
14
15 SR04 sr04=SR04(Echo,Trig); //Ultrasonido
16
17 #define I2C_ADDR 0x27
18 #define BACKLIGHT_PIN 3
19 #define En_pin 2
20 #define Rw_pin 1
21 #define Rs_pin 0
22 #define D4_pin 4
23 #define D5_pin 5
24 #define D6_pin 6
25 #define D7_pin 7
26
27 int n = 1;
28
29 LiquidCrystal_I2C lcd(I2C_ADDR,En_pin,Rw_pin,Rs_pin,D4_pin,D5_pin,D6_pin,D7_pin);
30
31 //Variables
32 int Esperal=300; //Espera en el loop
33
34 //Distancia

```

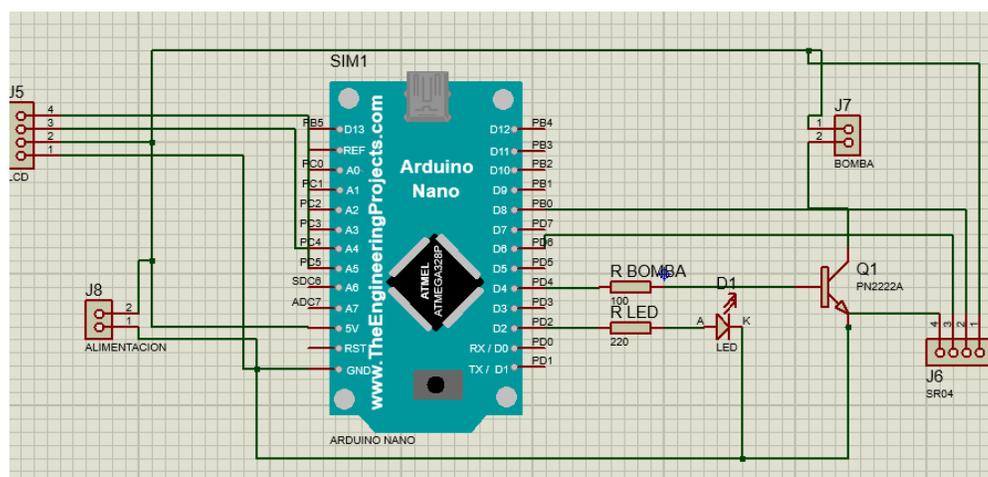
Nota. Programación inicial en donde constan las librerías y pines a utilizar en el sensor ultrasónico e I2C en el software Arduino. Tomado de (Córdova, 2021)

3.2.2. Circuito de desinfección y control de aforo

Para la simulación de estos circuitos se utilizó los mismos softwares que el circuito de medición de temperatura, como primer paso se procedió al diseño en el programa Proteus para su correcta simulación, el funcionamiento de este circuito consiste en que, mediante un sensor ultrasónico HC-SR04 permita que una bomba de agua transporte alcohol para desinfectar las manos, cuerpo y pies de manera independiente (figura 26).

Figura 26

Simulación del circuito de desinfección de manos



Nota. Es importante identificar qué tipo de Arduino se va a simular en el software Proteus. Tomado de (Córdova, 2021)

El sistema de desinfección de manos está constituido por una pantalla LCD 16x2 con I2C que permite visualizar el conteo de personas mediante la toma de alcohol al accionarse el sensor ultrasónico a una distancia de 8 milímetros o menos, además de tener un indicador lumínico que se encarga de advertir el tiempo de funcionamiento de cada bomba. Este tiempo depende mucho de la presión que tiene cada bomba, para este prototipo se utilizó una bomba hidráulica de 240L/H, IPx8, 4.2 Watts, 12 VDC y 400 mA. Para que su funcionamiento sea el correcto se implementó un módulo regulador de voltaje Lm2596 (figura 27), el cual permite tener una entrada de voltaje de 4.5 voltios hasta 40 voltios y darnos una salida de 1.5 voltios

hasta los 35 voltios. En este caso todos los circuitos funcionan con un voltaje de 5 voltios regulado a 12 voltios para que el funcionamiento de dicha bomba (figura 28).

Figura 27

Modulo regulador de voltaje Lm2596



Nota. Modulo que permite regular el voltaje de salida dependiendo cuanto se necesite. Tomado de (Córdova, 2021)

Figura 28

Bomba hidráulica utilizada para el circuito de desinfección de manos IPx8 a 12V



Nota. Esta bomba se utilizó principalmente en el circuito de desinfección de manos x su baja presión de trabajo. Tomado de (Córdova, 2021)

El circuito de desinfección de cuerpo y pies es muy similar al de manos, pero con algunas diferencias, no lleva ningún indicador de texto, las bombas funcionan a 6-12V, 0.5-0.7A, 1-3 L/Min y no son resistentes al agua como se observa en la (figura 29).

Figura 29

Bomba de hidráulica utilizada para los circuitos de desinfección de desinfección cuerpo y pies



Nota. Esta bomba está destinada para un uso externo por no disponer de protección IPx8. Tomado de (Córdova, 2021)

Para la programación del circuito de desinfección, se utilizó la librería para el funcionamiento del I2C (`#include <LiquidCrystal_I2C.h>`) y declarar la dirección del tipo de LCD que se va a utilizar con el I2C (`LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2)`) como se observa en la figura 30, además de declarar el tiempo de funcionamiento de la bomba al ser activada por el sensor ultrasónico.

Para los tres circuitos de desinfección es la misma programación con una única diferencia que solo en uno usamos la librería del LCD y del I2C.

Figura 30

Programación en el software Arduino para el circuito de desinfección de manos.

```

1 #include <LiquidCrystal_I2C.h>           // libreria para el modulo I2C
2 #include <Wire.h>                       // libreria para el modulo I2C
3 LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);     // direccion del tipo de lcd se utilizara
4
5 #define trig 8                          // pin en donde va conectado el arduino al sensor
6 #define echo 6                          // pin en donde va conectado el arduino al sensor
7 int duracion;
8 int distancia;
9 int personas=0;
10
11 void setup() {
12   pinMode (8, OUTPUT);
13   pinMode (4, OUTPUT);
14   pinMode (2, OUTPUT);                  // BOMBA
15   pinMode (6, INPUT);                  // LED
16
17   lcd.init();
18   lcd.backlight();
19   lcd.clear();
20
21 }
22 void loop() {
23
24   digitalWrite(trig,HIGH);
25   delay(10);
26   digitalWrite(trig,LOW);
27   duracion=pulseIn(echo,HIGH);
28   distancia=duracion/58.2;              // fformula para la distancia del sensor
29   if(distancia<8 )                    // cambiar distancia del sensor
30 {

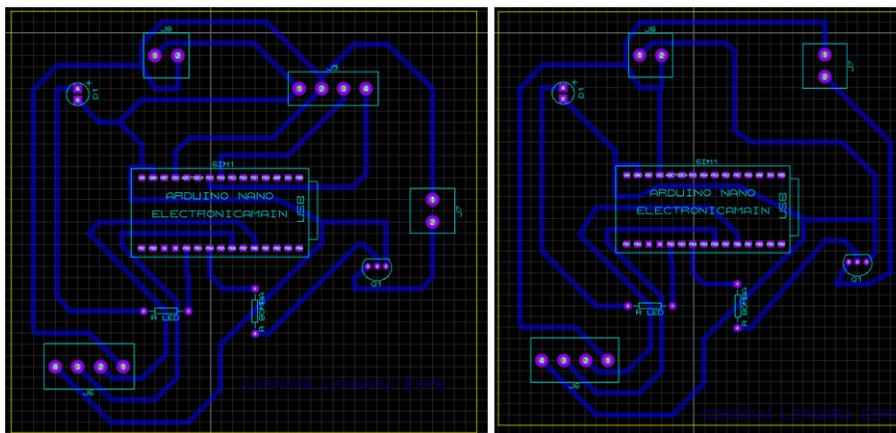
```

Nota. Para una correcta programación es declarar las librerías a utilizar. Tomado de (Córdova, 2021)

Al comprobar su correcto funcionamiento se procede a realizar las pistas PCB y la comprobación de cada uno de los componentes en el 3D *visualizer* como se puede observar en las figuras 31 y 32.

Figura 31

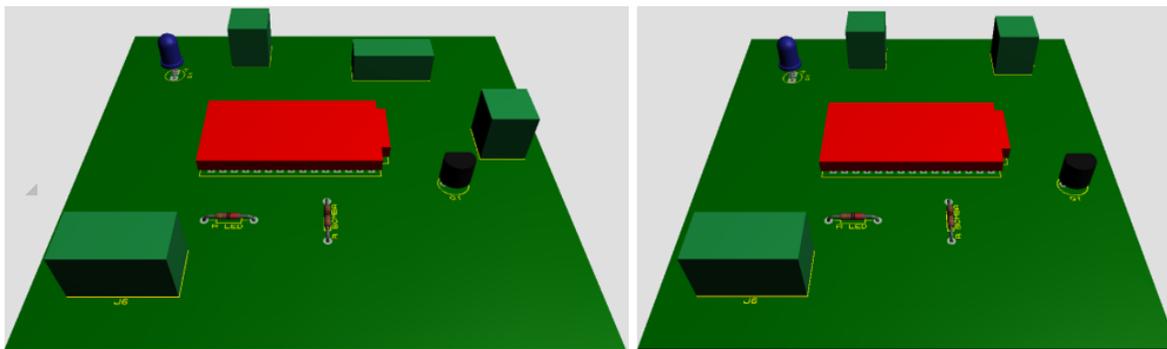
PCB pistas



Nota. Cada pista corresponde al circuito de desinfección manos (izquierda), cuerpo y pies (derecha). Tomado de (Córdova, 2021)

Figura 32

Visualización en 3D de circuito de desinfección manos (izquierda), cuerpo y pies (derecha)



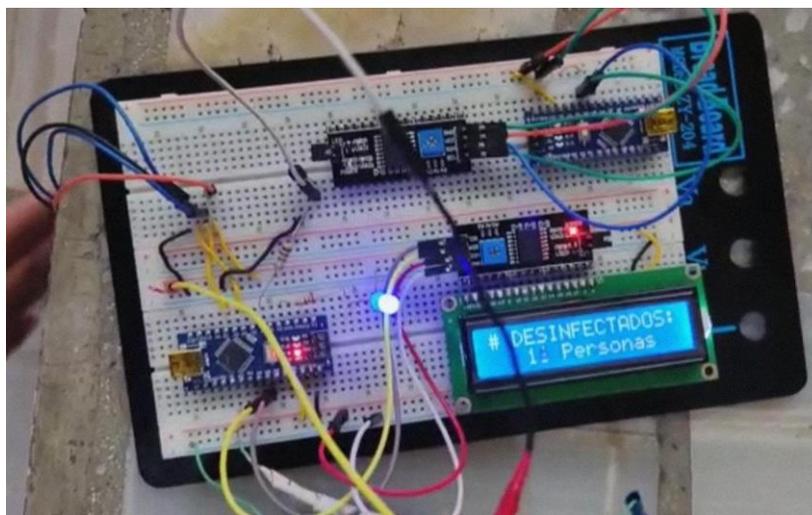
Nota. Visualización en 3D del lugar correcto de cada componente en la placa de desinfección manos (izquierda), cuerpo y pies (derecha). Tomado de (Córdova, 2021)

3.2.3. Comprobación del funcionamiento de circuitos mediante Protoboard

Con los circuitos ya simulados y comprobados mediante el software Proteus, se prosigue a realizar la comprobación de manera física de cada uno de los circuitos simulados como se observa en las figuras 33 y 34.

Figura 33

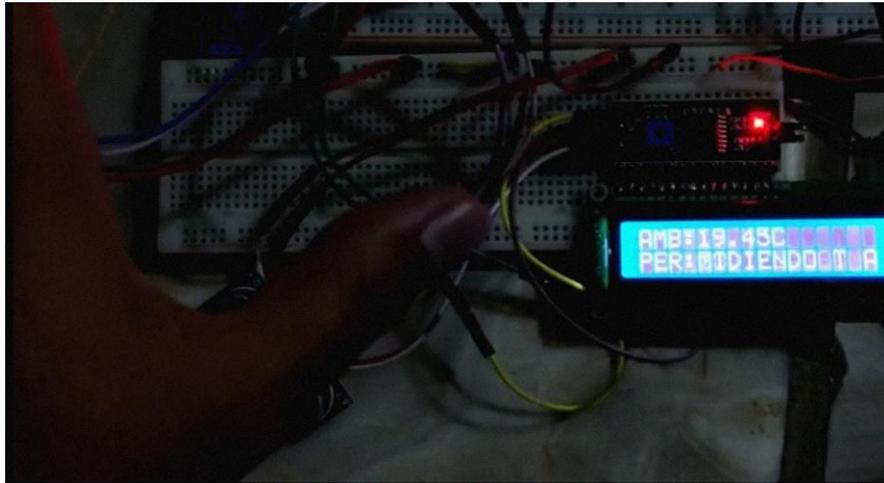
Circuito de medición de temperatura



Nota. En el Protoboard se procedió a comprobar su correcto funcionamiento. Tomado de (Córdova, 2021)

Figura 34

Circuito de desinfección con un funcionamiento completo



Nota. Comprobación del funcionamiento del circuito de desinfección. Tomado de (Córdova, 2021)

Al estar los circuitos totalmente funcionales, se realiza los cálculos del consumo de corriente y de potencia, para así poder determinar el tipo de kit solar que se necesita para su alimentación. Este proceso se realizó primero calculando el amperaje que consume cada uno mediante un multímetro al inicio de cada circuito como se observa en la figura 35. Con la corriente de cada circuito se puede aplicar la fórmula:

$$P = V * I$$

Donde, P es la potencia, V es el voltaje que alimenta el circuito e I que es la corriente que consume.

$$P = V * I$$

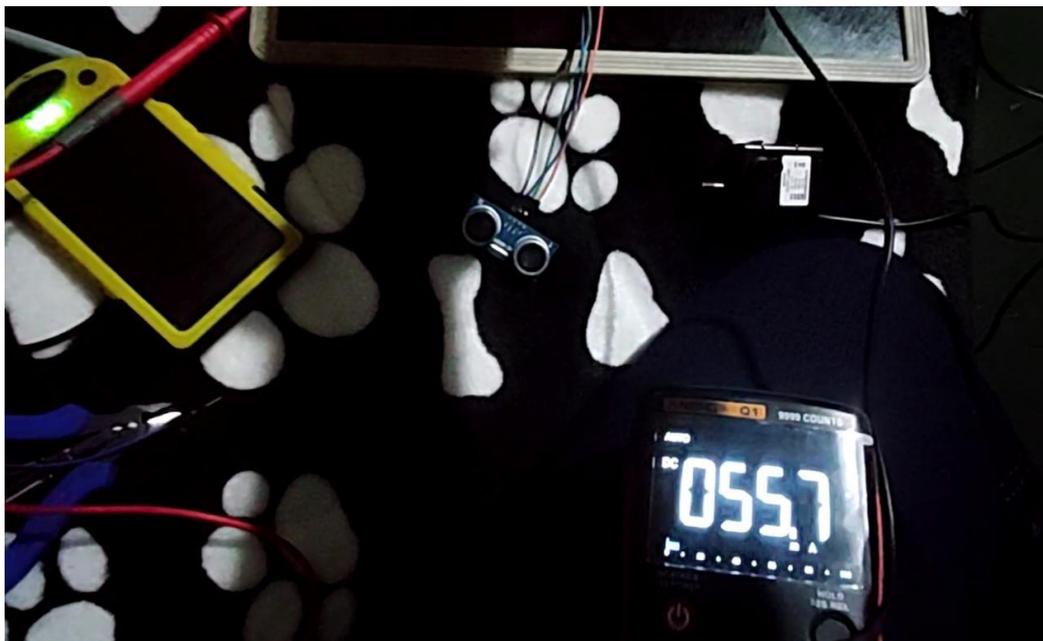
$$P = 5 * 2,2$$

$$P = 11 w$$

El resultado para el funcionamiento de todo el circuito que se requiere es de 11 watts.

Figura 35

Cálculo de la corriente de cada uno de los circuitos



Nota. Mediante el uso del multímetro se calcula la corriente de consumo de cada circuito. Tomado de (Córdova, 2021)

3.3. Adquisición de kit solar y realización de placa PCB con sus respectivos materiales

3.3.1. Kit solar

Para la implementación del kit solar en el proyecto, se precisó los datos necesarios para que el circuito funcione de una manera óptima (figura 36); el controlador de carga solar se encarga de controlar el flujo de energía que circula entre el campo fotovoltaico y el campo de baterías (figura 37), mientras que la batería solar tiene como objetivo acumular la energía eléctrica para poderla utilizar durante días nublados o en la noche, tiene la capacidad de funcionar tiempos prolongados sin ningún inconveniente gracias a su corriente de 9 amperios a 12 voltios (figura 38).

Figura 36

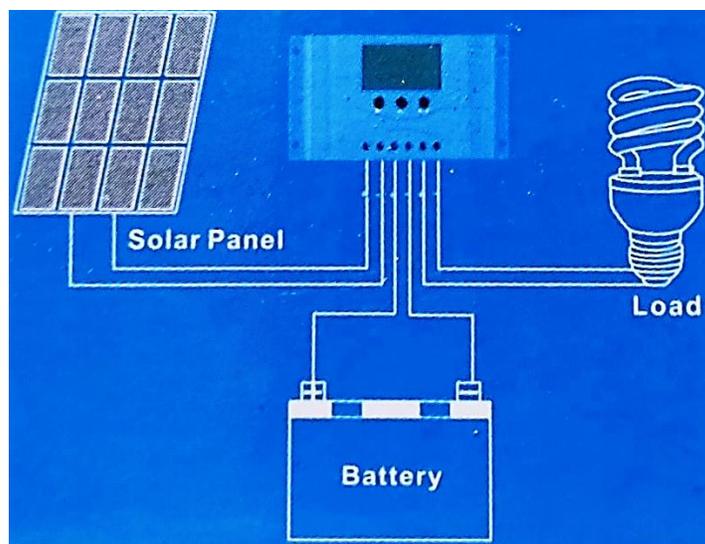
Datos del rendimiento del panel solar

PERFORMANCE UNDER STANDARD TEST CONDITIONS(STC)	
Maximum Power(Pmax)	15W
Maximum Power Current(Imp)	0.83A
Maximum Power Voltage(vmp)	18V
Open Circuit Voltage(voc)	22V
Short Circuit Current(Isc)	0.9A
Max system voltage	1000V
STC:1000W/M ² ,25°C AM1.5	
DANGER! 1. ELECTRIC 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!	

Nota. Con la hoja de datos que nos proporciona el fabricante se puede conocer su rendimiento correspondiente. Tomado de (Córdova, 2021)

Figura 37

Correcta conexión que se debe realizar al controlador solar



Nota. Método correcto para la conexión de los componentes que van conectados al controlador solar. Tomado de (Córdova, 2021)

Figura 38

Capacidad y rendimiento de la batería solar seca



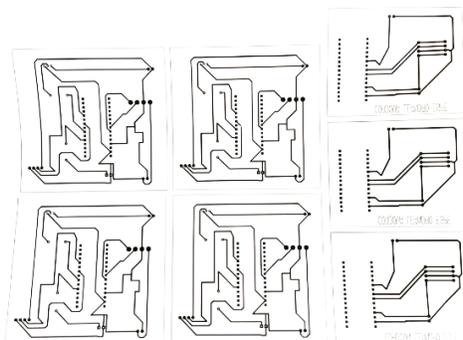
Nota. La batería solar la que permite energizar al circuito gracias a que almacena energía. Tomado de (Córdova, 2021)

3.3.2. Fabricación de placas PCB

Con las pistas PCB realizadas en el programa Proteus, se procedió a imprimir en hoja de acetato para poder realizar el método del planchado (figura 39), el cual consiste en utilizar una plancha para sobre la placa de baquelita y la hoja de acetato, antes de esto se realiza el respectivo corte del tamaño del circuito y la limpieza de la placa (figura 40), de esta forma quedan las pistas trazadas para así quemar en ácido férrico y realizar las respectivas soldaduras de los componentes (figura 41).

Figura 39

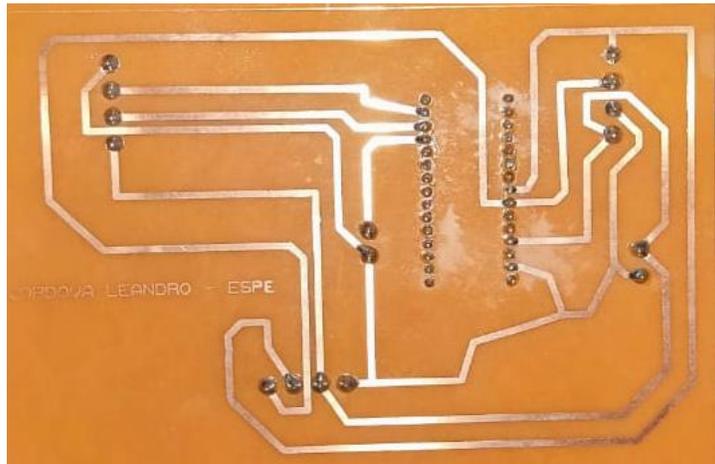
Impresión de los circuitos en hoja de acetato



Nota. Para aplicar el método del planchado en las placas, se utiliza papel fotográfico o acetato. Tomado de (Córdova, 2021)

Figura 40*Limpieza de placa de baquelita*

Nota. Para la correcta limpieza de la placa, se necesita quitar todo rastro de grasa que se encuentre en la parte de cobre. Tomado de (Córdova, 2021)

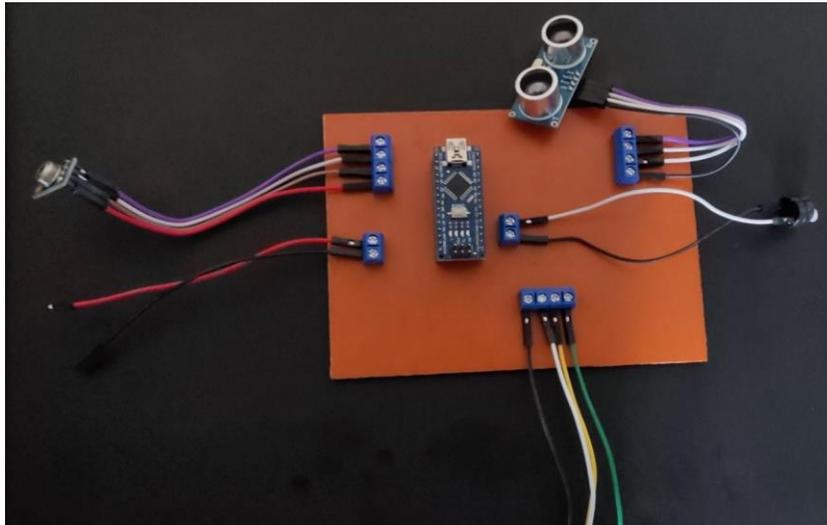
Figura 41*Placa terminada y lista para su implementación*

Nota. Con el respectivo cuidado se verifica que la placa tenga cada pista conectada a su componente mediante el estaño soldado. Tomado de (Córdova, 2021)

Se comprueba que todos los materiales que deben implementarse en la placa encajen y que las pistas estén totalmente funcionales como se observa en la (figura 42).

Figura 42

Parte superior de la placa de baquelita



Nota. Es muy importante conocer el lugar en él va cada componente del circuito. Tomado de (Córdova, 2021)

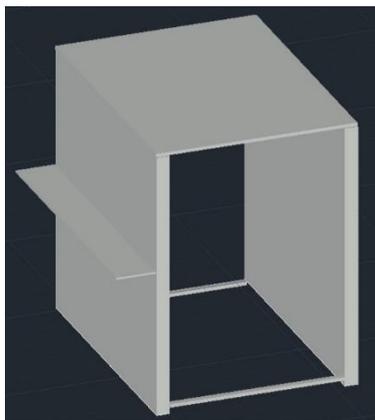
3.4. Construcción de cabina de desinfección e instalación del sistema autónomo de desinfección.

3.4.1. Diseño de la cabina de desinfección

Mediante el uso del software AutoCAD se diseñó un prototipo digital de las dimensiones y de la apariencia que tiene la cabina (figura 43). Los datos para la dimensión de la misma están basados en el tamaño promedio de una persona en Ecuador, siendo de 2 metros de alto y un metro de ancho. De esa forma se tendría el espacio suficiente para que la desinfección sea la adecuada.

Figura 43

Diseño 3D mediante el programa de AutoCAD

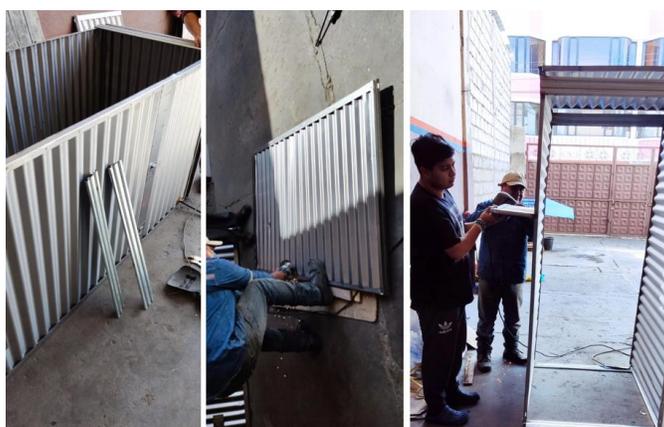


Nota. El diseño 3D nos permite conocer los detalles estéticos del elemento a construir. Tomado de (Córdova, 2021)

Con las dimensiones obtenidas se procede a la compra de los materiales para su realización, dichos materiales utilizados en el proyecto son amigables con el planeta, esto quiere decir que son materiales reciclados, consiste láminas de tol reciclado, plástico de invernadero y una caja de parlante reciclado, dichos elementos evitan el deterioro del planeta al ser reutilizados como se observa en la figura 44 y 45.

Figura 44

Soldadura y corte para la construcción de la cabina



Nota. El uso de este tipo de materiales es muy eficiente para el usuario al momento de trasladar de un lugar a otro. Tomado de (Córdova, 2021)

Figura 45

Diseño e implementación de la caja para los circuitos



Nota. Para este proceso se utilizó como una caja de parlante, la cual se encontraba en buen estado de forma física, esta permitió almacenar cada uno de los circuitos utilizados en este proyecto. Tomado de (Córdova, 2021)

Como siguiente paso se inició la conexión de cada componte en el lugar adecuado, cada bomba hidráulica se encuentra ubicado en la parte izquierda trasera de la cabina para facilitar su funcionamiento al momento de realizar su trabajo, todo componente previamente funcional se ubicó cerca de la caja de los circuitos para que no exista ningún fallo (figura 46).

Figura 46

Conexión y verificación de funcionamiento de los circuitos



Nota. Cada elemento electrónico se encuentra protegido por una caja que no permite el deterioro por el polvo o suciedad. Tomado de (Córdova, 2021)

3.5. Pruebas de funcionamiento

Al tener cada elemento en su respectivo sitio y con un funcionamiento completo, se procede a realizar pruebas de funcionamiento para verificar si todos los elementos funcionan de manera adecuada. El sensor de temperatura se activará al momento que la persona con la palma de la mano accione al mismo tiempo con el ultrasónico, al verificar que su temperatura es normal (menor a 37.5 grados) puedo seguir con la desinfección de sus manos en la parte inferior de la caja, este funciona de manera similar al medir de temperatura, pero con una distancia más lejana, este al mismo tiempo es el encargado de realizar el conteo de aforo al momento que toma el alcohol y permita proceder a la cabina la cual es activa mediante un sensor ultrasónico en la parte derecha de la caja de circuitos, todo este proceso es gracias a la alimentación que de la energía renovable que nos brinda al sistema solar fotovoltaico, como se observa en la figura 47 y 48.

Figura 47

Prueba de funcionamiento del proceso de desinfección



Nota. Cada circuito tiene un tiempo determinado para su funcionamiento, este tiempo es necesario para que cada circuito funcione de manera correcta. Tomado de (Córdova, 2021)

Figura 48

Verificación de conexiones en el controlador solar



Nota. La ubicación del panel solar es muy importante para alimentar a la batería, de esta forma el sistema de desinfección autónomo obtendrá un funcionamiento sin importar la hora en la que se utilice. Tomado de (Córdova, 2021)

Capítulo IV

Conclusiones y recomendaciones

4.1. Conclusiones

- Al estar en la línea Ecuatorial el grado de inclinación no es tanto, ya que la irradiación es directa a pesar de que el clima se encuentre nublado.
- El panel solar monocristalino es mucho más eficiente para el clima del sector sierra, a diferencia de policristalino el cual está diseñado especialmente para climas húmedos como el sector costa y oriente.
- El consumo de energía del proyecto es bajo, como resultado la batería puede trabajar sin recargarse un aproximado de 5 días de forma continua.

4.2. Recomendaciones

- En el momento de realizar la programación con la librería respectiva del I2C, se debe conocer la dirección exacta para que el dispositivo permita la visualización correcta en el LCD.
- Verificar la distancia de detección que trabaja el sensor ultrasónico para cada circuito y evitar objetos que lo accionen.
- Al momento del diseño de las pistas en el PCB se debe comprobar que no exista pistas dañadas o cortadas, al mismo tiempo que cada uno de los elementos del circuito encajen en su respectivo lugar.

Capítulo V

Bibliografía

- Agudelo Gutiérrez, D., & Castrejón, C. (2018). EL MODELO DE GESTIÓN DE LA ORGANIZACIÓN QUE CREA CONOCIMIENTO EN LAS EMPRESAS SOCIALES COMUNITARIAS DE MÉXICO: APROXIMACIONES TEÓRICAS.
- Alomoto Fajardo, O. J., & Pilco Pilco, D. D. (2017). Diseño e implementación de un prototipo de inversor trifásico DC – AC acoplado a un panel fotovoltaico, utilizando el algoritmo de seguimiento del punto de máxima potencia mediante un microcontrolador.
<http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/17278>. Recuperado el 30 de junio del 2021.
- Álvarez, M. (2016). Energía solar fotovoltaica | CienciaHoy. Ciencia Hoy.
<https://cienciahoy.org.ar/energia-solar-fotovoltaica/>. Recuperado el 10 de junio del 2021.
- Amat Verdú, O. (2017). Diseño de un manipulador controlado con el microcontrolador Arduino [Proyecto/Trabajo fin de carrera/grado, Universitat Politècnica de València].
<https://riunet.upv.es/handle/10251/90264>. Recuperado el 30 de junio del 2021.
- Arencibia, G. (2016). La importancia del uso de paneles solares en la generación de energía eléctrica. REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria, 17, 5.
- Artesa. (2017). Tipos de estructuras para paneles solares—Atersa Shop.
<https://atersa.shop/tipos-de-estructuras-para-paneles-solares/>. Recuperado el 16 de junio del 2021.
- Barreno Cuvi, A. F., & Benavides Orozco, A. M. (2020). Desarrollo de un prototipo en arduino para utilizarlo en un sistema de riego automática en el Rancho Orozco Hermanos del Cantón Milagro. Repositorio de la Universidad Estatal de Milagro.
<http://repositorio.unemi.edu.ec/handle/123456789/5153>. Recuperado el 7 de julio del 2021.

- Caceres Samaniego, P. A., & Mamani Villca, N. [tutor. (2018). Diseño de un regulador de carga P.W.M. para instalaciones fotovoltaicas [Thesis].
<http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/18773>. Recuperado el 16 de junio del 2021.
- Fezari, M., & Al Dahoud, A. (2018). Integrated Development Environment «IDE» For Arduino. Global Solar Atlas. (2021). Global Solar Atlas. <https://globalsolaratlas.info/map?c=-0.266417,-78.523064,11&s=-0.266333,-78.522915&m=site>. Recuperado el 4 de agosto del 2021.
- Hernandez Garcia, E. D. (2020). Bomba Para Agua Arduino: Todo lo que debes saber. Tecneu. <https://www.tecneu.com/blogs/noticias/bomba-para-agua-arduino>. Recuperado el 8 de julio del 2021.
- López-Monteagudo, F. E., & Villela-Varela, R. (2017). Prospectiva de las energías eólica y solar fotovoltaica en la producción de energía eléctrica. *CienciaUAT*, 11(2), 105-117.
- Mejía, L. E. S. (2017). Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ingeniería Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas. 115.
- Ojeda, J. A. L., & Cruz, E. M. S. (2018). detección de objetos por medio de escaneo ultrasonico (detection of objects by means of ultrasonic scanning). *Pistas Educativas*, 40(130), Article 130. <http://www.itc.mx/ojs/index.php/pistas/article/view/1650>. Recuperado el 7 de julio del 2021.
- Pedace, R. (2016). Energía Soilar Fovovoltaica. <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/113645>. Recuperado el 9 de junio del 2021.
- Perpiñan, O. (2018). Sistema fotovoltaico autónomo. Mexsol. <https://mexsol.com.mx/sistema-fotovoltaico-autonomo/>. Recuperado el 15 de junio del 2021.
- Picón-Jaimes, Y. A., & Orozco-Chinome, J. E. (2020). Control central de la temperatura corporal y sus alteraciones: Fiebre, hipertermia e hipotermia. *MedUNAB*, 23(1), 118-130. <https://doi.org/10.29375/01237047.3714>. Recuperado el 7 de julio del 2021.

POWER Data Access Viewer. (2021). POWER Data Access Viewer.

<https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>. Recuperado el 4 de agosto del 2021.

Salamanca-Avila, S. (2017). Propuesta de diseño de un sistema de energía solar fotovoltaica.

Caso de aplicación en la ciudad de Bogotá. *Revista Científica*, 30(3), 263-277.

<https://doi.org/10.14483/23448350.12213>. Recuperado el 9 de junio del 2021.

Tapia, H. J. C. L., & Gutiérrez, C. V. H. (2018). Nuevo inversor fotovoltaico integrado sin transformador. *Pistas Educativas*, 36(112), Article 112.

<http://www.itc.mx/ojs/index.php/pistas/article/view/398>. Recuperado el 30 de junio del 2021.

Tébar-Martínez, E.-M. (2017). Baterías y células solares.

<http://rua.ua.es/dspace/handle/10045/107023>. Recuperado el 16 de junio del 2021.

Valenzuela, H. J. H. (2018). ¿Como funcionan las celdas solares? ¿Y cómo mejorar su funcionamiento? *Red de Energía Solar*, 4.

Zúñiga, K. M., & Velazquez, R. V. (2020). Gafas electrónicas con sensores ultrasónicos para personas no videntes. *Sinapsis: La revista científica del ITSUP*, 2(17), 7.

Anexos