



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA,**  
**ELECTRÓNICA Y SISTEMAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELETRÓNICA**



**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE PROTOTIPO DE UN SISTEMA  
DOMÓTICO SOSTENIBLE BASADO EN LAS TECNOLOGÍAS DEL  
INTERNET DE LAS COSAS Y LA ENERGÍA FOTOVOLTAICA.**

**TESIS**

**PRESENTADA POR:**

**Bach. NELSON EUGENIO CASTRO PACCARA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO ELECTRÓNICO**

**PUNO – PERÚ**

**2024**



NOMBRE DEL TRABAJO

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE PROTO  
TIPO DE UN SISTEMA DOMÓTICO SOST  
ENIBLE BASADO EN LAS TECNOLOGÍAS  
DEL**

AUTOR

**NELSON CASTRO PACCARA**

RECUENTO DE PALABRAS

**20260 Words**

RECUENTO DE CARACTERES

**115127 Characters**

RECUENTO DE PÁGINAS

**129 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**4.5MB**

FECHA DE ENTREGA

**Jun 15, 2024 9:41 AM GMT-5**

FECHA DEL INFORME

**Jun 15, 2024 9:43 AM GMT-5**

● **10% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 9% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 7% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)

  
JASHAN PRUELOS  
ASESOR

  
Karlo Alexander Contreras Chirpa  
Subdirector de Investigación  
EPIE

Resumen



## DEDICATORIA

*Dedico este logro a Dios, por guiarme por el mejor camino y darme la fortaleza y tranquilidad, por haber permitido cumplir uno de mis sueños más grandes de ser un gran profesional y por haber brindado salud para cumplir mis objetivos.*

*A mis queridos padres Eugenio Castro Paccara y Francisca Paccara Aracca, quienes me han brindado todo el apoyo incondicionalmente, y darme los buenos consejos que me han motivado para lograr una de mis metas, por darme toda confianza y el apoyo constante.*

*A mis hermanos Rubén, Nilton y Rocío, siendo ellos mi mayor motivación e inspiración, a la vez ser un ejemplo a seguir para ellos. A Jhanet por apoyarme y darme consejos de la vida para poder salir adelante.*

**Nelson Eugenio Castro Paccara**



## AGRADECIMIENTOS

*Expreso mi agradecimiento a nuestra Alma Mater la Universidad Nacional del Altiplano Puno, la Facultad de Ingeniería Mecánica Eléctrica, Electrónica y Sistemas y la Escuela Profesional de Ingeniería Electrónica y docentes por compartir sus conocimientos y experiencias, a fin de formar un gran profesional como ingeniero.*

*Agradecer a mi estimado asesor de tesis, M.Sc. Jasmany Ruelas Chambi, por haberme brindado todo el apoyo incondicional necesario para poder culminar satisfactoriamente con mi trabajo de investigación. Agradecer a mi presidente de tesis, M.Sc. Guido Humberto Cayo Cabrera, y mis jurados de tesis D.Sc. Gavino José Flores Chipana y M.Sc. Lucio Quispe Apaza, Por sus recomendaciones y paciencia en la revisión de mi trabajo de investigación.*

**Nelson Eugenio Castro Paccara**



# ÍNDICE GENERAL

	Pág.
<b>DEDICATORIA</b>	
<b>AGRADECIMIENTOS</b>	
<b>ÍNDICE GENERAL</b>	
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b>	
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	
<b>ACRÓNIMOS</b>	
<b>RESUMEN .....</b>	<b>16</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>17</b>
<b>CAPÍTULO I</b>	
<b>INTRODUCCIÓN</b>	
<b>1.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....</b>	<b>19</b>
1.1.1 Problema general.....	19
1.1.2 Problemas específicos .....	19
<b>1.2 HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>19</b>
1.2.1 Hipótesis general .....	19
1.2.2 Hipótesis específicos .....	19
<b>1.3 OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>20</b>
1.3.1 Objetivo general .....	20
1.3.2 Objetivos específicos .....	20

## CAPÍTULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA



<b>2.1</b>	<b>ANTECEDENTES .....</b>	<b>21</b>
2.1.1	Antecedentes internacionales .....	21
2.1.2	Antecedentes nacionales .....	23
2.1.3	Antecedentes locales .....	24
<b>2.2</b>	<b>MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>26</b>
2.2.1	Sistema domótico .....	26
2.2.2	Arquitectura de un sistema domótico.....	28
2.2.3	Sistema de seguridad.....	31
2.2.4	Confort .....	32
2.2.5	Ahorro energético.....	32
2.2.6	Internet de las cosas .....	34
2.2.7	Microcontrolador.....	35
2.2.8	Arduino .....	37
	2.2.8.1 Ventajas de un Arduino Mega.....	38
	2.2.8.2 Característica del Arduino Mega.....	39
2.2.9	IDE de arduino .....	40
2.2.10	Lenguaje de programación C++.....	41
2.2.11	Lenguaje de marcado hipertexto (html) .....	41
2.2.12	Ethernet shield.....	43
2.2.13	Interfaz SPI.....	45
2.2.14	Sitio web.....	46
2.2.15	Dirección protocolo internet .....	47
	2.2.15.1 Dirección IP Dinámica.....	48
	2.2.15.2 Dirección IP Estática.....	48



2.2.16	Redes LAN.....	49
2.2.16.1	Topología de la Red LAN.....	49
2.2.17	Energía solar fotovoltaica.....	51
2.2.17.1	Aplicaciones en paneles fotovoltaicos.....	55
2.2.18	Software dialux evo.....	56
2.2.19	Interfaz de dialux evo.....	57
2.2.19.1	Barra de herramienta de Dialux Evo.....	58
2.2.20	Diseño de iluminación de un ambiente.....	59
2.2.21	Lumen y lux.....	59
2.2.22	Parámetros del local.....	60
2.2.23	Selección de la lámpara:.....	60
2.2.24	Cálculo de la cavidad.....	60
2.2.25	Factor de mantenimiento.....	61
2.2.26	Flujo luminoso total requerido.....	63
2.2.27	Número de Luminarias.....	64

### **CAPÍTULO III**

#### **MATERIALES Y MÉTODOS**

<b>3.1</b>	<b>MATERIALES PARA LA IMPLEMENTACION DEL PROYECTO.....</b>	<b>65</b>
3.1.1	Hardware.....	65
3.1.2	Software.....	71
<b>3.2</b>	<b>MÉTODOS.....</b>	<b>72</b>
3.2.1	Tipo de investigación.....	72
3.2.2	Nivel de investigación.....	72
3.2.3	Ubicación de la investigación.....	73



<b>3.3</b>	<b>DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>74</b>
3.3.1	Diseño del prototipo en el software dialux evo.....	74
3.3.2	Cálculo de iluminación por ambiente .....	75
3.3.2.1	Cálculo iluminancia del dormitorio.....	76
3.3.2.2	Cálculo de iluminancia de la cocina.....	79
3.3.2.3	Cálculo de iluminancia de la sala .....	81
3.3.3	Simulación en el software dialux evo .....	82
3.3.4	Diseño del sistema domótico .....	83
3.3.5	Implementación del sistema domótico sostenible.....	84
3.3.5.1	Esquema de conexión de los dispositivos .....	84
3.3.5.2	Desarrollo de programación en Arduino .....	85
3.3.5.3	Programación del Servidor Web en HTML .....	87
3.3.5.4	Dimensionamiento del panel fotovoltaico.....	89
3.3.5.5	Cálculo del panel fotovoltaico.....	92
3.3.5.6	Cálculo de la batería y el inversor .....	93
3.3.5.7	Diagrama de bloques y esquema de conexiones .....	94

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

<b>4.1</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>96</b>
4.1.1	Obtención de datos del sistema de iluminación. ....	96
4.1.2	Código de programación para dar respuesta a los comandos.....	97
4.1.3	Interfaz sitio web para el control y monitoreo de la casa automatizada .	98
4.1.4	Obtención de datos del dimensionamiento de panel fotovoltaico.....	100



4.1.5 Pruebas de accionamiento del prototipo de la casa domótica sostenible	101
4.1.6 ¿Cómo se pretende tener control y seguridad en un sistema domótico basado en la tecnología IoT?	105
4.1.7 ¿Cómo beneficia el diseño e implementación de la tecnología de la energía fotovoltaica para un sistema domótico?	105
<b>4.2 DISCUSIÓN</b>	<b>106</b>
<b>V. CONCLUSION</b>	<b>109</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES</b>	<b>110</b>
<b>VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>111</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>118</b>

**Área : Aplicación Energética**

**Tema : Internet De Las Cosas**

**Fecha de Sustentación: 27 de junio de 2024**



## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Pág</b>
<b>Tabla 1</b> Topología de red LAN.....	49
<b>Tabla 2</b> Barra de herramientas de Dialux Evo.....	58
<b>Tabla 3</b> Factor de mantenimiento .....	62
<b>Tabla 4</b> Factor de Utilización CU .....	63
<b>Tabla 5</b> Categorías de iluminación según la norma técnica EM.10.....	76
<b>Tabla 6</b> Detalles de consumo de energía de la casa domótica .....	89
<b>Tabla 7</b> Promedio de radiación solar de horas pico .....	91
<b>Tabla 8</b> Obtención de datos del sistema de iluminancia .....	96
<b>Tabla 9</b> Obtención de datos del consumo de energía.....	100
<b>Tabla 10</b> Resumen del consumo de energía respecto a las luminarias .....	105



## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág</b>
<b>Figura 1</b> Modelo de una casa automatizada.....	27
<b>Figura 2</b> Arquitectura domótica centralizada .....	28
<b>Figura 3</b> Arquitectura domótica descentralizada .....	29
<b>Figura 4</b> Arquitectura domótica distribuida.....	30
<b>Figura 5</b> Arquitectura domótica híbrida/mixta .....	30
<b>Figura 6</b> Consumo de energía eléctrica en el hogar.....	33
<b>Figura 7</b> Diagrama de bloques de un microcontrolador .....	36
<b>Figura 8</b> Características de una arduino mega .....	38
<b>Figura 9</b> Interfaz IDE arduino.....	40
<b>Figura 10</b> Interfaz de lenguaje marcado hipertexto .....	42
<b>Figura 11</b> Ethernet Shield para arduino mega .....	44
<b>Figura 12</b> Estructura del dispositivo SPI .....	46
<b>Figura 13</b> Dirección de protocolo de Internet IP .....	48
<b>Figura 14</b> Topología de redes LAN .....	51
<b>Figura 15</b> Estructura de energía solar fotovoltaica .....	52
<b>Figura 16</b> Descarga profunda de la batería .....	54
<b>Figura 17</b> Vida útil de la batería .....	54
<b>Figura 18</b> Aplicaciones en paneles fotovoltaicas.....	55
<b>Figura 19</b> Aplicaciones respecto a sistemas de paneles fotovoltaicos.....	56
<b>Figura 20</b> Diseño del local en software DialuxEvo .....	57
<b>Figura 21</b> Distribución de luz emitida .....	59
<b>Figura 22</b> Estructura de cavidad del local.....	60
<b>Figura 23</b> Diagrama de bloques de la metodología de la investigación .....	73
<b>Figura 24</b> Ubicación de la investigación .....	74
<b>Figura 25</b> Diseño del prototipo en el software DialuxEvo .....	75
<b>Figura 26</b> Cavidad del ambiente para calcular la iluminancia.....	76
<b>Figura 27</b> Detalles técnicos de la luminaria del dormitorio.....	78
<b>Figura 28</b> Detalles técnicos de luminaria de la cocina .....	80
<b>Figura 29</b> Detalles técnicos de luminaria de la sala.....	82
<b>Figura 30</b> Diseño de iluminación de la casa domótica .....	83



<b>Figura 31</b>	Diagrama de bloques del sistema domótico.....	84
<b>Figura 32</b>	Esquema de conexiones de los dispositivos electrónicos.....	85
<b>Figura 33</b>	Comandos para crear los botones en el servidor web .....	87
<b>Figura 34</b>	Código para la interfaz de muestra en el dispositivo móvil .....	88
<b>Figura 35</b>	Asignación de comandos para los sensores.....	88
<b>Figura 36</b>	Cálculo de radiación de horas pico en Juliaca.....	90
<b>Figura 37</b>	Cálculo de curvatura de horas pico en Juliaca .....	91
<b>Figura 38</b>	Diagrama de bloques para el dimensionamiento.....	94
<b>Figura 39</b>	Diagrama de conexiones de panel solar fotovoltaico.....	95
<b>Figura 40</b>	Gráfico de cálculo de las luminarias .....	96
<b>Figura 41</b>	Código de comando para las luminarias (maestro - esclavo).....	97
<b>Figura 42</b>	Código de comando de los accesos de la casa domótica.....	98
<b>Figura 43</b>	Código para ingresar al sitio web mediante dirección IP.....	98
<b>Figura 44</b>	Interfaz para el control y monitoreo de la casa domótica .....	99
<b>Figura 45</b>	Prueba de mando del sistema de iluminación del dormitorio .....	101
<b>Figura 46</b>	Prueba de mando del sistema de acceso del dormitorio.....	102
<b>Figura 47</b>	Prueba de mando del sistema de iluminación de la cocina .....	102
<b>Figura 48</b>	Prueba de acceso del sistema de acceso de la cocina.....	102
<b>Figura 49</b>	Prueba de mando del sistema de iluminación de la sala. ....	103
<b>Figura 50</b>	Prueba de mando del sistema de acceso de la sala.....	103
<b>Figura 51</b>	Prueba de accionamiento del sistema de ventilación. ....	103
<b>Figura 52</b>	Prueba de accionamiento del sensor de Humo.....	104
<b>Figura 53</b>	Prueba de accionamiento del sensor PIR .....	104
<b>Figura 54</b>	Prueba de respuesta de los sensores humo y presencia.....	104



## ÍNDICE DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
<b>ANEXO 1.</b> Prototipo de sistema domótico sostenible .....	118
<b>ANEXO 2.</b> Dispositivo del Inversor Solar de 1000W .....	119
<b>ANEXO 3.</b> Características del inversor solar.....	119
<b>ANEXO 4.</b> Características principales del panel solar fotovoltaico .....	120
<b>ANEXO 5.</b> Medición de la batería de 12VDC .....	120
<b>ANEXO 6.</b> Medición de la salida de Inversor Solar de 220VAC .....	121
<b>ANEXO 7.</b> Prototipo controlado mediante dispositivo de laptop en red LAN .....	121
<b>ANEXO 8.</b> Código de programación en arduino del interfaz en HTML .....	122
<b>ANEXO 9.</b> Código de programación en arduino de lectura de los sensores.....	123
<b>ANEXO 10.</b> Matriz de consistencia .....	124
<b>ANEXO 11.</b> Ficha técnica del inversor solar PV1800.....	125
<b>ANEXO 12.</b> Ficha técnica del panel fotovoltaico TEC M6U (60)-280.....	126
<b>ANEXO 13.</b> Ficha técnica de la batería LPGS 12-200 .....	127
<b>ANEXO 14.</b> Declaración jurada de autenticidad de tesis .....	128
<b>ANEXO 15.</b> Autorización para el depósito de tesis en el Repositorio Institucional....	129



## ACRÓNIMOS

<b>LAN:</b>	Local Access Network (Red de Acceso Local)
<b>IoT:</b>	Internet of Things (Internet de las Cosas)
<b>TCP:</b>	Protocolo de control de transmisión
<b>IP:</b>	Protocolo de Internet
<b>TIC:</b>	Tecnología de la Información y Comunicaciones
<b>CPU:</b>	Unidad Central de Procesamiento
<b>RAM:</b>	Memoria de Acceso Aleatorio
<b>ROM:</b>	Memoria de Solo Lectura
<b>IDE:</b>	Entorno de Desarrollo Integrado
<b>HTML:</b>	Lenguaje de Marcas de Hipertexto
<b>URL:</b>	Localizador Uniforme de Recursos
<b>SPI:</b>	Interfaz Periférica en Serie
<b>DAC</b>	Convertor Digital Analógico
<b>ADC:</b>	Convertor Analógico Digital
<b>MOSI:</b>	Maestro Fuera Esclavo Adentro
<b>MISO:</b>	Maestro Adentro, Esclavo Afuera
<b>OSI:</b>	Sistemas abiertos de interconexión
<b>AC:</b>	Corriente Alterna
<b>DC:</b>	Corriente Directa
<b>FM:</b>	Factor de Mantenimiento
<b>DLB:</b>	Depreciación por disminución del flujo luminoso
<b>FB:</b>	Factor de Balasto
<b>FE:</b>	Depreciación de la luminaria por suciedad
<b>CU:</b>	Coefficiente de Utilización



<b>LED:</b>	Light Emitting Diode (Diodo emisor de luz)
<b>MAC:</b>	Control de Acceso Medio
<b>PWM:</b>	Modulador de ancho de pulso
<b>PVGIS:</b>	Sistema de Información Geográfica Fotovoltaica
<b>SD:</b>	Secure Digital (Seguro Digital)
<b>TX:</b>	Transmite datos
<b>RX:</b>	Recibe datos
<b>SDI:</b>	Serial Digital Interface (Interfaz digital serie)
<b>DOD:</b>	Grado de agotamiento de una batería
<b>PIR:</b>	Pasivo Infrarrojo



## RESUMEN

En los últimos años se ha suscitado mucha inseguridad en el hogar en la ciudad de Juliaca y a su vez carece de un sistema de automatización del hogar. Aprovechar la tecnología es la mejor opción para combatir estos incidentes, por ende, surgió la propuesta de la investigación “diseño e implementación de prototipo de un sistema domótico sostenible basado en las tecnologías del internet de las cosas y la energía fotovoltaica”, teniendo como base principal el propósito de mejorar la seguridad en el hogar y al mismo tiempo tener una mejor gestión del consumo energético. Todo este sistema puede ser controlado y monitoreado los siguientes escenarios: sistema de iluminación, accesos a puertas, ventilación y los sensores de seguridad, lo cual puede ser controlado mediante un dispositivo móvil. Ante ello se ha sistematizado las preguntas: ¿Cómo se pretende tener seguridad en un sistema domótico basado en la tecnología IoT? y ¿Cómo beneficia el diseño e implementación de la tecnología de la energía fotovoltaica para un sistema domótico?; Para desarrollar el proyecto de investigación se usó los métodos, descriptivo, experimental y exploratorio. El sistema domótico está conformado por un controlador arduino y el dispositivo ethernet shield quien se encarga de la conectividad a través del protocolo TCP/IP por medio de un router en una red de acceso local mediante la arquitectura cliente – servidor; cuando el servidor recibe una señal, lo procesa y manda una respuesta al cliente que son los actuadores y sensores. De esta manera se tiene el control y monitoreo del hogar desde el navegador WEB. El resultado del proyecto permitirá incentivar a instalar este sistema domótico a los hogares para poder tener la seguridad, control, monitoreo y ahorro energético en el hogar.

**Palabras clave:** Domótica, Internet de las cosas, Panel fotovoltaico, Seguridad.



## ABSTRACT

In recent years, there has been a lot of insecurity at home in the city of Juliaca and at the same time it lacks a home automation system. Taking advantage of technology is the best option to combat these incidents, therefore, the research proposal “design and implementation of a prototype of a sustainable home automation system based on Internet of Things and photovoltaic energy” technologies emerged, based on The main purpose is to improve home security and at the same time have better management of energy consumption. This entire system can be controlled and monitored in the following scenarios: lighting system, door access, ventilation and security sensors, which can be controlled using a mobile device. Given this, the questions have been systematized: How is security intended in a home automation system based on IoT technology? and How does the design and implementation of photovoltaic energy technology benefit a home automation system? To develop the research project, descriptive, experimental and exploratory methods were used. The home automation system is made up of an Arduino controller and the Ethernet shield device, which is responsible for connectivity through the TCP/IP protocol through a router in a local access network through the client-server architecture; when the server receives a signal, it processes it and sends a response to the client, which are the actuators and sensors. In this way you have control and monitoring of the home from the WEB browser. The result of the project will provide incentives to install this home automation system in homes in order to have security, control, monitoring and energy savings in the home.

**Keywords:** Home automation, Internet of things, Photovoltaic panel, Security.



# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

Mamani (2019) señala que en la ciudad de Juliaca de la región de Puno la inseguridad del hogar se ha ido incrementando significativamente, por lo que es muy preocupante, puesto que no cuentan con un sistema de seguridad, asimismo, muchas familias se encuentran saturados en sus deberes en del hogar, lo que origina a tener depresión, ansiedad entre otras cosas. Según INEI y MININTER (2018) afirman que hasta el año 2018, el 12,8% de los hogares experimentaron algún suceso criminal en el ámbito urbano a nivel nacional.

Paz (2020) indica que el progreso tecnológico se manifiesta en la industria mediante la utilización de equipos automatizados que reducen el riesgo de presencia de los trabajadores. En las viviendas, se observa a través de la domótica, la cual, mediante la utilización de redes y con el respaldo de dispositivos móviles con acceso a internet, permite controlar el encendido de las luces, la apertura de las cortinas, el acceso a la vivienda, entre otras funciones. Un sistema que, si bien está en desarrollo en nuestro país, aún no se utiliza a gran escala, lo que aportaría una mejora en la calidad de vida en la ciudad de Juliaca, dado que se ha evidenciado que en las naciones avanzadas la utilización de sistemas automatizados en los hogares ecológicos proporciona ventajas en términos de consumo energético.

El sistema domótico basado en la tecnología IoT y la energía fotovoltaica permitió resolver los problemas de control, seguridad y el consumo de energía eléctrica en el hogar, teniendo el control de las variables dependientes que son los sensores y actuadores y siendo la variable independiente la domótica.



## **1.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.1.1 Problema general**

¿Cómo se pretende tener control y seguridad en un sistema domótico basado en la tecnología IoT para una mejor gestión del control y monitoreo en el hogar?

### **1.1.2 Problemas específicos**

- ¿Cómo diseñar la domótica para controlar y monitorear los sistemas de iluminación y acceso de puertas mediante un teléfono móvil?
- ¿De qué manera se logra obtener el sistema de seguridad para la tranquilidad de los usuarios del hogar?
- ¿Cómo beneficia el diseño e implementación de la tecnología de la energía fotovoltaica para un sistema domótico?

## **1.2 HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.2.1 Hipótesis general**

Con el diseño e implementación de prototipo de un sistema domótico sostenible basado en la tecnología IoT y la energía fotovoltaica se logra tener la eficiencia para una mejor gestión del control y monitoreo en el hogar.

### **1.2.2 Hipótesis específicos**

- Con la aplicación del sistema domótico se logra tener el control y monitoreo del sistema de iluminación y acceso a puertas mediante un teléfono móvil.



- Con la implementación de los sensores en la casa domótica se logra obtener el sistema de seguridad para la tranquilidad de los usuarios del hogar.
- La implementación del panel fotovoltaico para el sistema domótico contribuye directamente al medio ambiente, de esta manera reduce la contaminación ambiental.

### **1.3 OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **1.3.1 Objetivo general**

Diseñar e implementar un prototipo de un sistema domótico sostenible basado en la tecnología del internet de las cosas y la energía fotovoltaica para tener una mejor gestión del control y monitoreo en el hogar.

#### **1.3.2 Objetivos específicos**

- Diseñar la domótica para controlar y monitorear los sistemas de iluminación y acceso de puertas mediante un teléfono móvil.
- Implementar la casa domótica del sistema de seguridad mediante sensores para dar una mejor tranquilidad al usuario del hogar.
- Diseñar el sistema panel fotovoltaico para aprovechar la energía solar, de este modo reducir la contaminación del medio ambiente.



## CAPÍTULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 2.1 ANTECEDENTES

##### 2.1.1 Antecedentes internacionales

En Calvo (2014) menciona en su investigación que la implementación de un sistema automatizado que va dirigido a las viviendas sociales con el fin de lograr una mejor utilización de la energía, halla el equilibrio entre tres aspectos que son el coste, rendimiento y confort. Se conceptualizó con miras a hacer más eficaz el sistema de luces del hogar, así logrando monitorear la intensidad de las luces y la detección de personas en las distintas zonas, ofreciendo alternativas para controlar las luces que posibilitan encender/apagar de forma automática y/o manual el sistema de iluminación.

Cupuerán y Ortiz (2015) indica que, en su investigación del diseño de una casa domótica en la educación técnica de su universidad, se reflejaron los progresos notables de la ciencia y la tecnología a lo largo del tiempo han abierto paso a la creación de nuevas tecnologías, una de las cuales es la inmótica, que presenta atributos que se utilizan para diseñar nuevos tipos de edificios inteligentes. La utilización de la tecnología en este ámbito de la Inmótica se lleva a cabo mediante la gestión y la supervisión de elementos preexistentes de edificios, viviendas u cualquier aplicación de los últimos adelantos tecnológicos, todo ello dirigido a mejorar la seguridad y calidad de vida de las personas, ya sea en términos de seguridad, confort, eficiencia energética y facilidades de comunicación.



En Morales (2011) señala que la casa automatizada es una buena propuesta para tener una mejor comodidad, seguridad y ahorro de energía eléctrica siendo un análisis explicativo sobre cómo la automatización residencial asiste al gobierno venezolano a instaurar un plan de viviendas que contemple la integración de la energía en la concepción de futuras unidades automatizadas, y este estudio le asegura que estos sistemas están siendo empleados en naciones colindantes para proporcionar mayor bienestar, protección y eficiencia energética.

López (2003) en su investigación indica que un prototipo de domótica para el control de luminarias y habilitación de un sistema de seguridad de una vivienda controlado mediante internet en red WAN integrada del sistema de automatización residencial, posibilita al usuario tener el dominio de su hogar desde cualquier ubicación, en cualquier momento, se logró diseñar e implementar un programa de Gestión de Luces y Activación de un Sistema de Seguridad que puede ser controlado tanto en entornos internos como externos. Además de la creación de placas de circuito impreso que facilitan la comunicación del ordenador con los otros componentes del diseño del prototipo.

Arenas (2013) señala que la conversión de energía solar a eléctrica como alternativa para suministro residencial da la iniciativa técnica de autosuficiencia energética, además, se concibe un enfoque viable para la instalación de sistemas solares fotovoltaicos, conectados a la red eléctrica, que está en línea con las premisas mencionadas en este proyecto ya que evidencia que tales sistemas pueden satisfacer las necesidades energéticas de las personas.



### 2.1.2 Antecedentes nacionales

Ramos (2019) menciona que la implementación de la domótica y la eficiencia de las construcciones multifamiliares es un campo que mejora el bienestar de las personas y proporciona comodidad tanto dentro como fuera de sus residencias, mediante el uso de tecnología. En este contexto, el confort que todos buscan puede ser ampliado gracias a los beneficios que la automatización del hogar brinda al entorno habitado por la persona; por ejemplo, tener un sistema de seguridad contra robos o incendios, o disponer de un sistema de calefacción y ventilación automático, mejora la satisfacción de la persona, contribuyendo así a una mejor calidad de vida.

Custodio y Cajó (2016) indica en su investigación que la simulación e implementación de un sistema de una casa automatizada para el control de seguridad e iluminación da a conocer la respuesta al problema de la delincuencia, dado que ha aumentado considerablemente, especialmente en robos domiciliarios, en condominios y en residencias en la ciudad de Lima, que se considera la más insegura de Sudamérica. Por lo que dio la iniciativa de proponer una solución de instalación de un sistema domótico, que también proporciona un mayor ahorro de energía al cliente que cuenta con un sistema domótico en su hogar. Por último, la propuesta permitió brindar la misma sensación de tranquilidad y seguridad que el cliente anhela.

Flores (2018) señala que la implementación de suministro de energía eléctrica renovable con paneles solares en las zonas alejadas de la región Arequipa posibilita que las personas alejadas de las áreas urbanas accedieran a la electricidad con el objetivo de mejorar su calidad de vida. La generación global



de energía eléctrica mediante sistemas fotovoltaicos ha experimentado un aumento desde el 2002, incrementándose hasta un 48%, situándose en los primeros puestos en el avance tecnológico a nivel mundial.

Paz (2020) menciona que la domótica y su influencia del confort de los hogares Arequipeños se evaluaron en las distintas tecnologías disponibles para la implementación de dispositivos domóticos y se determinó que en el mercado local se encuentran sistemas de control de iluminación, como encendido, apagado y/o apagado, que pueden ser manejados mediante teléfonos móviles. Además, se comercializan aspiradoras y barredoras automatizadas que pueden realizar tareas sin necesidad de intervención humana. Asimismo, hay lavadoras que pueden enviar notificaciones a un teléfono móvil equipado cuando la ropa está limpia y seca.

Párraga (2020) analiza la factibilidad de la implementación de un sistema de panel solar en una vivienda rural, la energía solar comprende de tres fases descentralizado en contraposición en los sistemas convencionales de producción, transmisión y distribución. Además, los elementos que componen el sistema solar tienen distintos ciclos de vida, lo que implica llevar a cabo un mantenimiento correctivo adecuado. Sin embargo, es posible prolongar la vida útil de estos elementos, lo que resulta en beneficios para el usuario mediante la generación de energía.

### **2.1.3 Antecedentes locales**

En López (2020) señala que el diseño de un sistema domótico de forma inalámbrica y manipulable para el ahorro energético en una vivienda familiar mediante un servidor web con una Raspberry PI demuestra que el proyecto de



sistema domótico persigue el propósito de gestionar el sistema de iluminación remotamente, además, reduce el consumo de energía en el hogar en un 20,6%, lo cual es menos frecuente en una vivienda típica. Por lo tanto, se infiere que la implementación del sistema domótico se llevó a cabo de manera eficaz, cumpliendo con los objetivos principales de este proyecto utilizando un dispositivo Raspberry PI como servidor, y logrando el control remoto a través de un teléfono móvil, computadora portátil o tableta con acceso a internet. Además, se logró reducir el consumo de energía eléctrica y se realizaron las instalaciones con materiales económicos para fomentar que las personas implementen sistemas domóticos en sus hogares.

En Choque (2017) en su investigación menciona que, al aprovechar la energía solar fotovoltaica para la generación de energía eléctrica, garantiza su correcto desempeño y evalúa su capacidad energética. Además, se llevó a cabo los análisis técnicos y financieros que destacaron la relevancia y viabilidad de instalar la planta solar. Considerando como principal objetivo la preservación del medio ambiente mediante el uso de energía limpia, y la conexión a la red eléctrica interconectada, para la comercialización y rentabilidad del proyecto.

Mamani (2019) señala que el avance de un sistema domótico monitoreado por medio de dispositivos móviles para la vigilancia de viviendas familiares desde cualquier parte del lugar, logra que los incidentes de robo en residencias disminuyan significativamente, ya que en hasta el año 2018, el 12,8% de los hogares urbanos a nivel nacional fueron afectados por algún acto delictivo, según datos del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). Por tanto, al desarrollar el proyecto, se llegó a la conclusión de que es factible integrar

dispositivos físicos con programas informáticos, utilizando tecnologías de automatización residencial.

En Ruelas (2024) en su investigación señala que se llevó a cabo la instalación de un sistema de automatización residencial en una vivienda unifamiliar, utilizando dispositivos inteligentes para gestionar el hogar mediante la app Ewelink, siendo una aplicación gratuita, solo permite la conexión de una cámara como máximo. Se configuran escenas para activar la automatización del hogar, como encender las luces o activar una alarma cuando un sensor detecta movimiento en la puerta

En Chávez (2020) en su investigación tiene como objetivo diseñar, implementar y analizar económicamente un SFCR de 3 kW con convertidor DC/DC en el contexto geográfico y climático de Juliaca. Durante la elaboración del plan, en primer lugar se evaluaron los recursos solares disponibles en la región y luego se emplearon métodos de diseño y simulación. Se determinó que el sistema estaría conformado por 08 paneles solares fotovoltaicos de 370W de potencia, 08 inversores solares y un convertidor de 3 kW.

## **2.2 MARCO TEÓRICO**

### **2.2.1 Sistema domótico**

La domótica o casa inteligente es un conjunto de soluciones para el hogar, por lo que proporciona una serie de automatización dentro del hogar, de tal manera que pueda ser controlado desde un sistema de encendido y apagado de luz, activar un ventilador, monitorear un sistema de seguridad, hasta abrir y cerrar las puertas de manera remota, es decir, mediante un dispositivo móvil. Por lo que la domótica

ya forma parte de la realidad, puesto que la tecnología no está tan lejos (Morales, 2011).

El concepto de domótica se refiere principalmente a un conjunto de sistemas tecnológicos que facilitan la automatización de diversas instalaciones en el hogar. En consecuencia, la domótica engloba automatizaciones en áreas como la electrónica, la informática, la robótica y las telecomunicaciones, con el propósito de garantizar al usuario seguridad, comodidad y eficiencia energética. Su objetivo radica en la integración de todos los dispositivos eléctricos y/o electrónicos del hogar (Huidobro, 2007).

Morales (2011) menciona que la automatización del hogar es una forma de satisfacer las necesidades básicas del usuario mediante la seguridad, ahorro energético y comodidad, ofreciendo servicios que pueden conectarse entre sí y a redes de comunicación internas y externas a través de sistemas técnicos integrados a los que se integran a la tecnología informática y se aplica la electrónica para garantizar la automatización de las tareas. En la figura 1 se aprecia un modelo de una casa automatizada, mostrando ciertos dispositivos a controlar.

### Figura 1

#### *Modelo de una casa automatizada*



Nota: (Casadomo, 2018)

## 2.2.2 Arquitectura de un sistema domótico

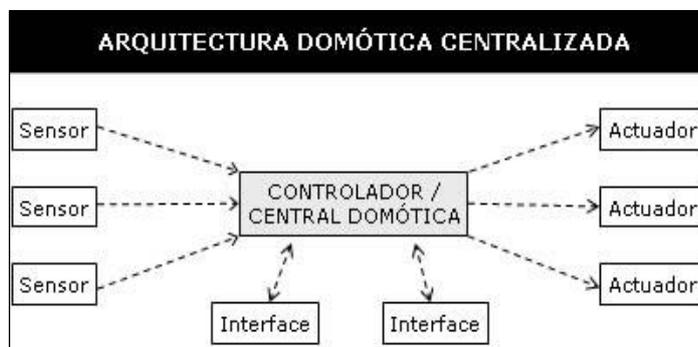
Cuando se menciona sobre la arquitectura del sistema domótico, se refiere a la estructura en la que conlleva la red, básicamente se trata de su clasificación según su división del sistema de control, siendo las arquitecturas principales tales como: Centralizada, descentralizada, distribuida y mixta (Leyva, 2018).

### Arquitectura Centralizada

En la arquitectura centralizada comprende de un solo controlador, lo cual se encarga de recibir señal de los sensores (movimiento, luz, gas, etc.) y enseguida enviar información hacia los actuadores (focos, cámaras, motores, etc.) de acuerdo a los usuarios quienes definen el trabajo a desarrollar un propósito en específico, Una desventaja significativa de las estructuras centralizadas es que si el controlador está apagado, no es posible realizar las programaciones. Este problema se soluciona con la estructura distribuida (Leyva, 2018). La figura 2 muestra un modelo de arquitectura centralizada.

**Figura 2**

*Arquitectura domótica centralizada*



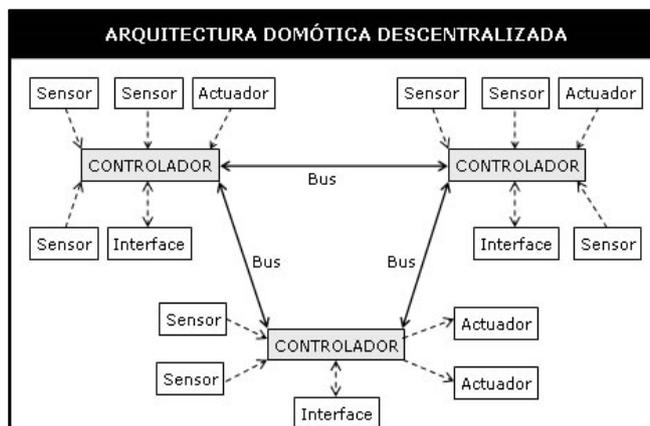
Nota: (Kjuradoe, 2013)

### Arquitectura Descentralizada

Esta estructura se distingue por emplear múltiples controladores que se conectan a través de un sistema de bus capaz de transmitir datos de manera simultánea. Cada controlador opera de forma autónoma, siguiendo una estructura descentralizada, donde cada uno envía información a actuadores e interfaces. Estos datos son captados por los sensores para ejecutar operaciones (Leyva, 2018). La figura 3 muestra la arquitectura descentralizada constando de tres controladores y varios sensores y actuadores.

**Figura 3**

*Arquitectura domótica descentralizada*



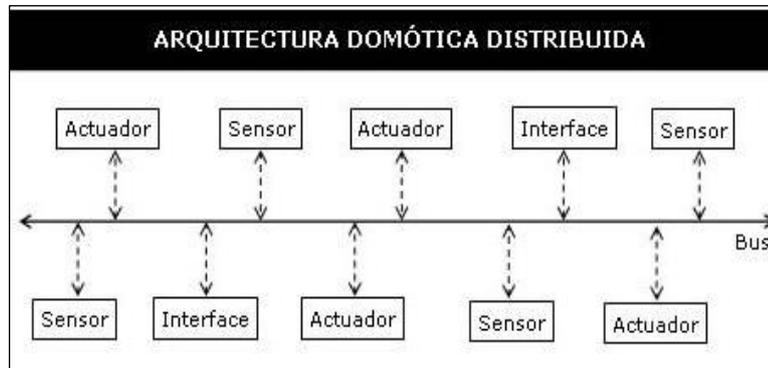
Nota: (Kjuradoe, 2013)

### Arquitectura Distribuida

Según Hogartec (2015) indica que en la arquitectura distribuida, Cada dispositivo ya sea sensor o actuador cumple como un controlador con la capacidad de llevar a cabo acciones y transmitir información al sistema basándose en los datos recibidos de otros dispositivos. Esto significa que cada dispositivo dentro de un sistema tiene su inteligencia personalizada y puede ser gestionado a través de varias actividades. Véase en la figura 4 la arquitectura distribuida para un modelo de una casa automatizada.

**Figura 4**

*Arquitectura domótica distribuida*



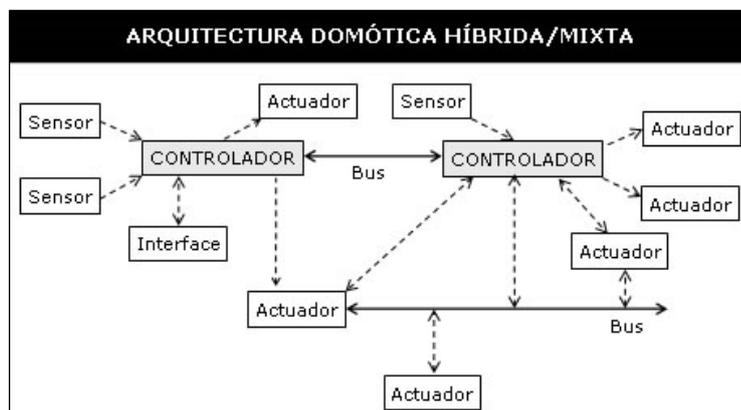
Nota: (Kjuradoe, 2013)

### Arquitectura Híbrida o Mixta

En un sistema fundamentado en esta configuración se fusionan las estructuras de los sistemas que se encuentran distribuidos. Además, los dispositivos de interfaces, sensores y actuadores pueden realizar funciones de controladores y analizar la información que recopilan., ya sea por ellos mismos o por otro sensor, de acuerdo al programa o configuración establecidos, y actuar en consecuencia (Kjuradoe, 2013). Véase en la figura 5 un ejemplo de arquitectura mixta.

**Figura 5**

*Arquitectura domótica híbrida/mixta*



Nota: (Kjuradoe, 2013)



### 2.2.3 Sistema de seguridad

La seguridad en un sistema domótico es indispensable, ya que el objetivo principal de un sistema de seguridad de un hogar inteligente es evaluar, prevenir, proteger y actuar frente a peligros y amenazas que pueden afectar a los hogares, objetos y personas. Existen cuatro tipos de sistema de seguridad, alarmas que detectan el movimiento, presencia, etc.; también están las alarmas que detectan fuego, humo, gas, agua, corte de energía eléctrica; alertas personalizadas que reconocen las necesidades, el estado y el comportamiento de los usuarios; y seguridad cibernética que protege todos los sistemas del hogar. Los elementos más importantes del sistema de vigilancia son los detectores y sensores, cámaras de vigilancia, central de alarmas y el medio de comunicación mediante un dispositivo (Casadomo, 2018).

En un sistema de seguridad del hogar existen tres formas para poder alertar peligros o incidentes, las cuales son: informando al propio usuario o al servicio de seguridad, ya sea de forma remota y/o local, todo ello mediante un video, mensaje, etc.; Inmediatamente accionar los dispositivos de alarma, por ejemplo, activar una sirena. Por otro lado, mandar mensaje a otro sistema dentro del hogar, es decir, se puede enviar información a un sistema domótico (Casadomo, 2018).

Cuando se incorpora la domótica, la seguridad es uno de los campos en la que se enfoca más, puesto que los usuarios tratan de proteger sus hogares de los intrusos, es por ello que invierten por la seguridad, videos de vigilancia, control y monitoreo a distancia en sus viviendas. Monitorear el hogar cuando el usuario no se encuentre dentro del hogar, o desde cualquier punto del mismo hogar,



asimismo, monitorear o detectar incendios, fuga de gas, humo y entre otros que velan por la seguridad (Hogartec, 2015).

Los dispositivos que se instalan comúnmente en un sistema de seguridad son:

- Alarmas y detectores de presencia
- Sensores
- Cámaras e intercomunicadores

#### **2.2.4 Confort**

Morales (2011) en su investigación menciona que al analizar el estado del confort, se establece que es aquello que genera bienestar y confort a la persona del hogar, por ejemplo, sentir una sensación placentera experimentada por el ser humano.

Según La norma ISO 7730 de la Sociedad Estadounidense de Ingenieros de Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado conocida como ASHRAE lo determina como el bienestar térmico, una condición psicológica en la que se percibe la satisfacción con el entorno idóneo; ejemplos como: ajustar la intensidad de la luz, regular el sistema de ventilación o calefacción, también se puede ambientar el lugar mediante un sistema de control de persianas, de esta manera adaptando el clima de manera adecuada para el usuario (Morales, 2011)

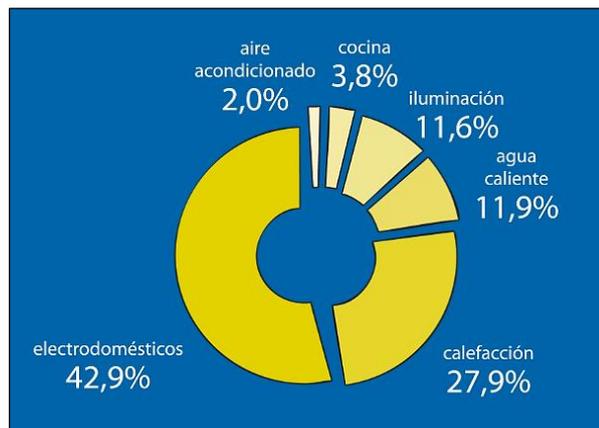
#### **2.2.5 Ahorro energético**

Según Endesa (2022) Menciona que los recientes progresos en la automatización residencial pueden ser de gran ayuda para potenciar nuestra eficacia energética y reducir nuestro consumo entre un 25 y un 30%

Sobre el consumo de energía eléctrica en el hogar, presumiendo que el único suministro fuera la electricidad convencional en la vivienda, el consumo eléctrico sería de manera distribuida (CEDOM & IDAE, 2008). En la figura 6 se muestra un ejemplo de la energía consumida en un hogar.

**Figura 6**

*Consumo de energía eléctrica en el hogar*



Nota: (CEDOM & IDAE, 2008)

El crecimiento de consumo de energía eléctrica se refleja cada año, asimismo, el factor de precio unitario en los “recibos de luz” se eleva cada mes. La domótica controla y monitorea al ahorro de la electricidad, ya que el control de consumo energético aumenta el ahorro para los usuarios (Endesa, 2022).

La mayoría de los usuarios se inclinan al mundo de la domótica por el sistema de iluminación, ya que este puede ser controlado mediante dispositivos móviles o por medio de sensores de detección de movimientos, siendo la manera muy útil para utilizar la iluminación de manera eficiente, de esta forma se puede ahorrar el consumo energético, ya que, si el usuario se olvida apagar la luz, este puede programar el apagado automático o mediante su teléfono. Lo mismo sucede con el sistema de ventilación y/o calefacción (Endesa, 2022).



La eficiencia energética implica la adecuada administración del uso de distintas formas de energía. Para alcanzar el ahorro de energía eléctrica, hay dos enfoques posibles: disminuir la energía utilizada por el usuario o reducir el tiempo de funcionamiento. El ahorro energético resulta en la ventaja adicional de recortar los costos de consumo de energía (Rodríguez, 2017).

Según Rosas (2021) En la Página de Perú Energía 2022 indica que “Reynaldo Quiroz, jefe de Eficiencia Energética y Licitaciones de Sonepar Perú, destacó la importancia de la automatización en los edificios como parte de la eficiencia y la sostenibilidad energética, destacando que hay un crecimiento de soluciones dentro de la automatización”.

#### **2.2.6 Internet de las cosas**

Las innovaciones recientes en electrónica, procesamiento de datos de TIC (Tecnología de la Información y Comunicación) han llevado a un aumento explosivo en la capacidad de manejo de materiales de los sistemas de procesamiento de datos, lo cual, han permitido avanzar con la microelectrónica en los microprocesadores. Utilizados como sensores en la recopilación de datos. Todos ellos van acompañados simultáneamente de una paulatina reducción significativa de los costes de producción y distribución de estos dispositivos. Además, estos inventos se construyen y complementan entre sí a medida que convergen las tecnologías de todo lo físico y digital (Barrio, 2018).

El internet de las cosas (IoT), que destaca en el desarrollo de la “Evolución de Internet desde una red de ordenadores interconectados”. El IoT es una realidad en las sociedades más progresistas tecnológicamente desde hace unos años, ya que hoy en día el Internet no solo se comunica con los ordenadores, sino también con



muchos otros tipos de cosas u objetos como: ropa, gafas de realidad aumentada, también en electrodomésticos como: videoconsolas, televisores, refrigeradoras, aspiradoras, autos. Así como también elementos de una infraestructura como: cámaras de seguridad, sistema de iluminación, controles de acceso, monitoreo de sensores de temperatura, gas y entre otros (Barrio, 2018).

Salazar y Silvestre (2017) Afirma que: El término "Internet de las Cosas" en 1999 fue empleado por primera vez por Kevin Ashton mientras trabajaba en el ámbito de la tecnología de identificación por radiofrecuencia (RFID) y tecnologías emergentes de detección.

El IoT trae un cambio total en la calidad de vida en los hogares, ofreciendo nuevas oportunidades para acceder a la información, servicios especiales en áreas como la educación, la seguridad, la salud. Por otro lado, es la clave para elevar la productividad de las empresas, promocionar una amplia cobertura de redes locales para dispositivos inteligentes y servicios que se pueden personalizar al gusto de las necesidades del usuario. IoT trae consigo mejoras en la optimización en el uso de equipos y recursos, esto implica reducción de gastos. Además, brinda la posibilidad de desarrollar nuevos dispositivos inteligentes en red y explorar nuevos esquemas de negocio (Salazar & Silvestre, 2017).

### **2.2.7 Microcontrolador**

El microcontrolador es un chip integrado que ha sido diseñado para una variedad de funcionalidades, los microcontroladores constan de tres elementos: memoria, procesador y dispositivos ya sean de entrada o salida, son contemplados como computadoras con menos instrucciones, son de precio económico y pueden ser utilizados para realizar proyectos pequeños o a gran escala, cada

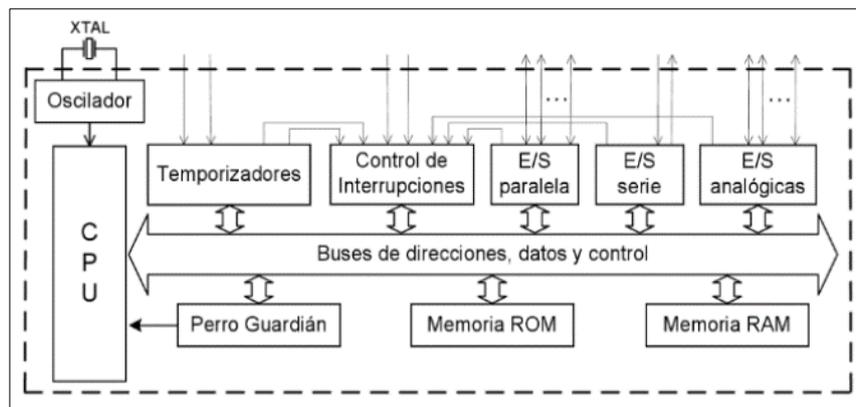
microcontrolador se puede diseñar con el uso previsto, lo que los convierte entre un dispositivo simple y una computadora poderosa (Mamani, 2019).

Un Microcontrolador mezcla los recursos principales de un microcomputador, tratándose del CPU (Unidad Central de Procesamiento), tanto la memoria y las señales de entrada y salida, todo ello en un solo circuito integrado (Mamani, 2019).

El microcontrolador se caracteriza mediante un diagrama de bloques que dentro de ello está lo más importante que es la memoria RAM (Memoria de Acceso Aleatorio) y la memoria ROM (Memoria de solo lectura), lo cual básicamente la memoria ROM almacena de forma permanente el programa a ejecutar y la RAM se usa para almacenar de forma temporal los datos a trabajar en el programa del microcontrolador, Asimismo, es importante la entrada y salida, ya que a través de ella interacciona con el exterior (Valdés & Pallás, 2007). En la figura 7 se aprecia el diagrama de bloques de un microcontrolador

**Figura 7**

*Diagrama de bloques de un microcontrolador*



Nota: (Valdés & Pallás, 2007)



### 2.2.8 Arduino

Según Arduino (2018) menciona que conforme pasan los años, arduino ha sido el eje principal para realizar proyectos, desde elementos comunes hasta aparatos científicos sofisticados. Una comunidad global de innovadores (estudiantes, profesionales, artistas, programadores y expertos) se ha congregado alrededor de este programa de arduino, sus aportaciones se han integrado a una vasta cantidad de sabiduría disponible que logra ser de gran utilidad ya sea para neófitos como para especialistas.

Arduino es una plataforma de desarrollo de prototipos electrónicos de código abierto que se fundamenta en hardware y software versátil y amigable. Está dirigido a programadores, diseñadores, entusiastas y cualquier individuo interesado en fabricar artefactos o ambientes interactivos. Arduino posee la habilidad de detectar su ámbito al recibir información de varios sensores y puede impactar en su entorno al controlar motores, luminarias y otros dispositivos.

Al controlador se da instrucciones por medio del lenguaje de programación (basado en cableado) y en el marco de desarrollo Arduino (basado en procesos). Los proyectos del microcontrolador pueden ser autónomos o interactuar con el software que opera en una computadora (Enríquez, 2009).

Arduino te permite controlar cualquier dispositivo en el que esté instalado, ya sea un componente electrónico o no y te permite controlar estos dispositivos con cualquier aparato que tenga acceso como: teléfonos móviles, mandos a distancia, tarjetas electrónicas y entre otros. Asimismo, permite implementar todo tipo de proyectos, como puertas de acceso automáticas, iluminación, ventiladores, parlantes y robots de seguimiento de línea; cosas un poco más complejas como

controles remotos en automatización, simuladores de robots que permiten el control remoto a través de un servidor web y seguros antirrobo con varias medidas de seguridad, lo cual tiene posibilidades ilimitadas y es adecuado para cada necesidad según al usuario (Mejía, 2016).

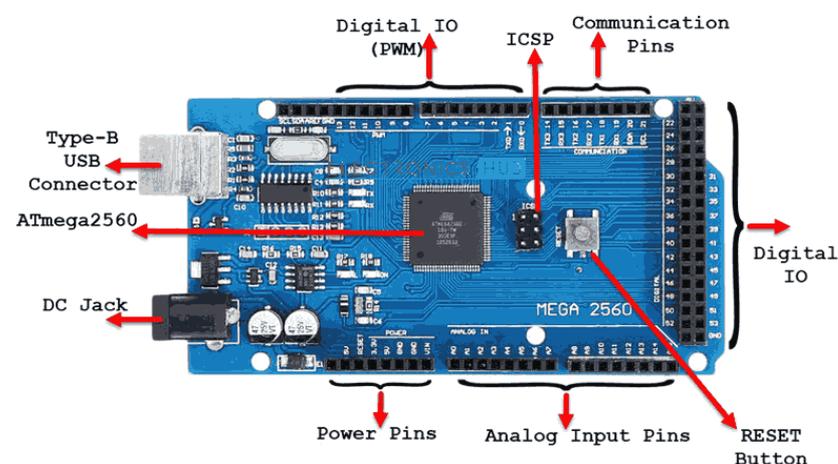
### 2.2.8.1 Ventajas de un Arduino Mega

Las placas Arduino vienen con todos los componentes que necesita para aprovechar al máximo su microcontrolador sin agregar piezas adicionales, por lo que puede cargar sin preocuparse por inconvenientes de compatibilidad o rendimiento (Microcontroladores, 2022).

Puede concentrarse directamente en desarrollar su programa. Los tableros oficiales generan un costo algo elevado, pero la existencia de alternativas de terceros permite un importante ahorro de costes, facilitando su adaptación a cualquier proyecto (Enríquez, 2009). En la figura 8 se puede apreciar las características principales de un arduino mega.

**Figura 8**

*Características de una arduino mega*



Nota: (Microcontroladores, 2022)



Hay infinidad de información sobre la documentación completa de todo de una placa Arduino, ya que puede hacer miles de proyectos creados por profesionales o aspirantes a la electrónica que demuestran las tareas más complejas de las que es capaz el dispositivo (Microcontroladores, 2022).

### **2.2.8.2 Característica del Arduino Mega**

Según Sanclemente (2016) indica que el Arduino Uno R3 está equipado con el microcontrolador ATmega328. En relación con las especificaciones de las tarjetas previas, el Arduino Uno emplea el ATmega16U2 para la gestión del Bus Serie Universal (USB) en vez del 8U2. Esto posibilita una transferencia de datos más rápida y mayor capacidad de memoria.

Características principales del Arduino Mega:

- Microcontrolador ATmega2560
- Voltaje de funcionamiento 5V
- Voltaje de entrada (recomendado) 7 – 12V
- Voltaje de entrada (límites) 6 – 20V
- Pines de E/S digitales 54
- Entrada analógica 16
- Corriente CC para pin de E/S 40mA
- Corriente CC para pin de 3,3 v 50mA
- Memoria flash 256KB
- SRAM 8KB
- EEPROM 4KB

- Velocidad de Reloj 16MHz

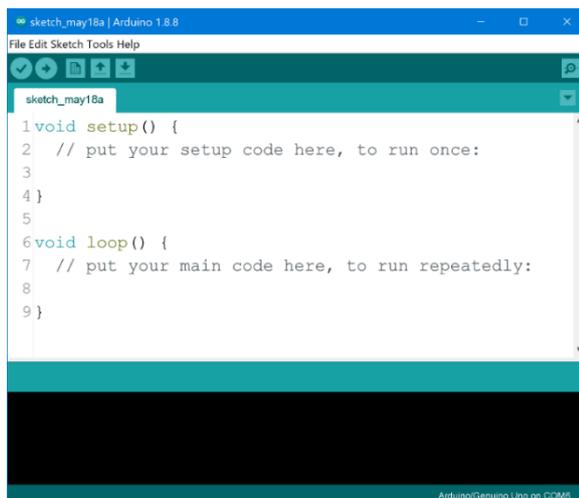
### 2.2.9 IDE de arduino

Para que el arduino Nano, UNO o Mega pueda trabajar se necesita necesariamente un entorno de desarrollo compatible, de tal manera que se puede escribir un lenguaje de programación, lo cual es el IDE (Entorno de desarrollo integrado) de Arduino, siendo una aplicación de varias plataformas que sirve para escribir y cargar programas (Peña, 2020).

En el IDE de Arduino no solamente sirve para escribir el código, también se puede depurar, escribir o editar los códigos en la placa de desarrollo, siendo la manera más fácil y rápida para trabajar en proyectos ya sea desde pequeños a gran escala según su aplicación (Peña, 2020). En la siguiente figura se muestra un modelo de interfaz del IDE arduino, lo cual en ello se logra realizar las instrucciones de mando para los dispositivos conectados.

### Figura 9

#### *Interfaz IDE arduino*



Nota: (Campbell, 2021)



### **2.2.10 Lenguaje de programación C++**

Rassokhin (2020) en su libro menciona que “El predecesor de C++, C fue evolucionando por lo años de 1970 por Dennis M. Ritchie, entonces empleado de Bell Labs, cuando Ritchie y sus colegas estaban trabajando en Unix, un sistema operativo multiusuario de tiempo compartido para computadoras centrales”.

Un programa es sistema de mandos que una computadora puede ejecutar. Lo cual, cada código está digitado en un lenguaje de programación. C++ (pronunciado "see-plus-plus") dentro de varios tipos de lenguajes de programación es uno de los más poderosos disponibles. Permite al programador escribir programas competentes organizados y orientados a objetos (Hubbard, 2021).

Para que un programa pueda ser ejecutado, necesariamente debe tener instalado en su computadora un compilador C++ compuesto por un editor de texto, dicho editor en un software en la cual se crear y edita los códigos de texto en la computadora. Un compilador básicamente es un software que convierte programas al lenguaje de máquinas, para que luego pueda ser ejecutado mediante el sistema de la computadora. Es decir, un programador en C++ compila programas mediante un lenguaje de máquina (Hubbard, 2021).

### **2.2.11 Lenguaje de marcado hipertexto (html)**

HTML (Lenguaje de Marcas de Hipertexto) es un lenguaje de marcado simple que se usa para poder instituir documentos de hipertexto. Los documentos HTML son adecuados para mostrar información de múltiples dominios. El marcado HTML puede mostrar noticias de hipertexto, cartas, resultados de base de datos, gráficos web (Knapp, 2017).

HTML es un lenguaje informático que está diseñado para crear sitios Web. Cualquier persona puede visualizar estos sitios WEB. Si tiene una conexión a Internet o conexión en la misma red, puede visitar estos sitios web. HTML traducido al español lenguaje de marcado de hipertexto. El lenguaje de hipertexto es una forma de navegar por Internet. Puede hacer clic en los hipervínculos, que son textos programados que lo llevan a la página siguiente. Se llama hiper porque no es lineal. Es decir, puede ir a cualquier parte de Internet en cualquier momento tan solo haciendo clic en los URL (Localizador Uniforme de Recursos) o enlaces (Knapp, 2017).

Ravoof (2021) afirma que HTML es el idioma empleado para exhibir documentos y diversas creaciones en un navegador estándar, y es empleado por corporaciones globales para potenciar sus aplicaciones móviles, software y páginas web; cerca del 92,8% de todos los sitios web. Véase la figura 10 del interfaz de HTML.

### **Figura 10**

*Interfaz de lenguaje marcado hipertexto*

```
1  <!DOCTYPE html>
2  <html>
3    <head>
4      <meta charset="UTF-8">
5      <title>Title goes here</title>
6    </head>
7    <body>
8
9    </body>
10 </html>
```

Nota: (Ravoof, 2021)

### 2.2.12 Ethernet shield

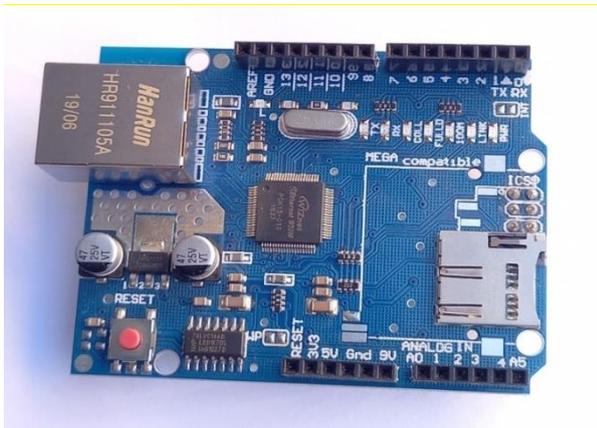
El Ethernet Shield es un dispositivo electrónico de la familia módulo Arduino que se puede usar para conectar sistemas a computadoras, ya que tiene la capacidad Wiznet Chip ethernet de modelo W5100 que puede proporcionar direcciones de IP (Protocolo de Internet), con protocolos TCP (Protocolo de control de transmisión) y Protocolo de datagramas de usuario (Hartono et al., 2020).

La placa Arduino aumenta la capacidad para interconectarse a una red de informática con el módulo Ethernet Shield a través de un conector con entrada RJ45. Cuyo dispositivo necesita usar una librería para escribir programas de modo que la placa Arduino se pueda conectar a una red utilizando el ethernet. El Shield Ethernet tiene una ranura para tarjeta micro SD (Digital Segura) para guardar archivos de manera que se puede permitir por medio de la red. El arduino se enlaza con el W5100 y las tarjetas SD a través del bus SPI (interfaz periférica en serie) (Haris, 2016).

Según Ruiz (2015) en su investigación menciona que con la implementación de este Shield se expanden significativamente las capacidades de la plataforma de hardware abierto Arduino y surgen nuevas perspectivas para la integración de Arduino en Internet bajo el nuevo concepto conocido como: El Internet de las Cosas. En figura posterior se muestra el dispositivo ethernet shield.

## Figura 11

### *Ethernet Shield para arduino mega*



Elaboración propia

#### Características Principales del Ethernet Shield:

- Voltaje de operación 5V
- Chip Wiznet W5100 con búfer interno 16KB
- Velocidad de conexión 10/100Mb
- Conexión de puerto a Arduino SPI
- Protocolo TCP y UDP
- Micro SD Card Si

#### Funciones del LED del Ethernet Shield:

- Indica que la placa están alimentados PWR
- Parpadea cuando transmite o recibe datos ENLACE
- Indica una conexión de red de 100 Mb/s 100M
- Parpadea cuando recibe datos RX
- Parpadea cuando transmite datos TX
- Parpadea cuando se detecta una colisión de red COLL



### 2.2.13 Interfaz SPI

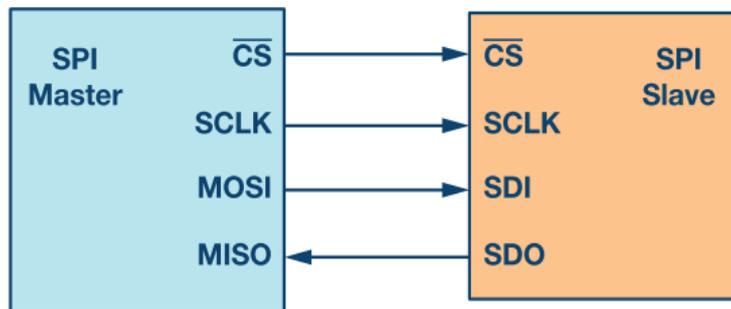
Las conexiones más comunes entre los circuitos integrados periféricos y los microcontroladores son la interfaz SPI (Interfaz Periférica Serial), como sensores de ADC (Convertidor Analógico-Digital) y DAC (Convertidor Digital-Analógico). Es un canal de comunicación frecuentemente utilizado para trasladar información entre microcontroladores y dispositivos periféricos compactos, sensores y tarjetas SD. Utiliza líneas de reloj y datos individuales, además de una línea de selección para identificar el dispositivo deseado con el que se busca comunicarse (Dhaker, 2018).

El dispositivo que genera la señal de reloj se llama maestro o también pueden ser conocidos como microcontroladores. Los datos transmitidos entre el maestro y el esclavo se sincronizan con el reloj generado por el maestro. Los dispositivos SPI admiten frecuencias de reloj mucho más altas en comparación con las interfaces I2C (Dhaker, 2018). Véase en la figura 12 la estructura del SPI. Los dispositivos de interfaz periférica en serie tienen cuatro señales tal como:

- Reloj (SPI CLK, SCLK)
- Selección de chips (CS)
- Maestro fuera, esclavo adentro (MOSI)
- Maestro adentro, esclavo afuera (MISO)

**Figura 12**

*Estructura del dispositivo SPI*



Nota: (Dhaker, 2018)

#### 2.2.14 Sitio web

Un sitio web constituye una agrupación de documentos electrónicos y páginas en línea vinculadas a una temática específica, que abarca desde la página de bienvenida inicial, conocida como página principal, a la cual se accede mediante un nombre de dominio en la red y una dirección particular. Las entidades públicas y privadas, así como también organizaciones e individuos, emplean páginas web para interactuar con el mundo. Por ejemplo, las empresas utilizan para realizar ofertas de bienes y servicios mediante el Internet y en lo usual, para lograr ser eficaces en sus trabajos de marketing (Delgado, 2015).

Educate507 (2018) en el curso de: Diseño y publicación de sitios web menciona que con las transformaciones fundamentadas en la red global de información y comunicación mundial, Internet ha modificado la percepción de los usuarios respecto a las páginas web. Lo que antes era considerado un sitio web básico, en la actualidad se ha evolucionado hacia sitios con una base de datos incorporada y una infraestructura de aplicaciones que posibilita a los usuarios interactuar y comunicarse en tiempo real.



### 2.2.15 Dirección protocolo internet

IP (Internet Protocol) que en español significa protocolo de internet que este realiza un proceso para enviar y recibir información, millones de dispositivos, ya sean computadoras, celulares, tablets o inclusive dispositivos inteligentes desarrollados para IoT que trabajan por medio de internet, por lo que cada dispositivo tiene una identificación única en la que se le asigna un número exclusivo e irreplicable llamado como dirección IP (Andalucía, 2018).

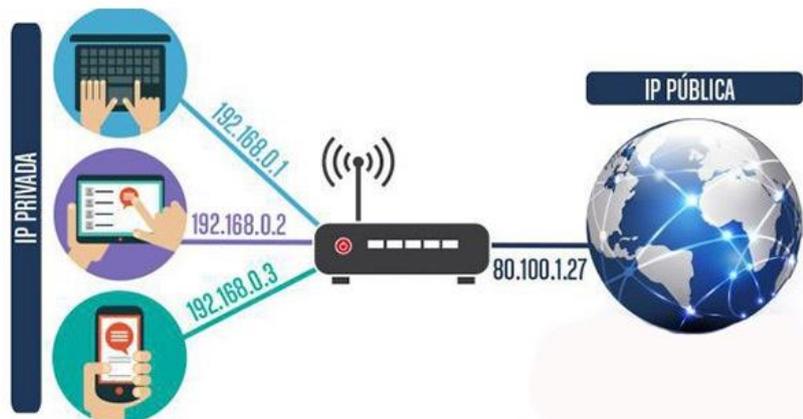
Según Andalucía (2018) en su revista digital de la federación de enseñanza menciona que para redes que permanecen aisladas de otras, es posible asignar cualquier dirección IP deseada. No obstante, de manera general, dos nodos en una misma red no pueden compartir la misma dirección IP

La dirección IP pública es aquella que se genera automáticamente cuando una computadora se conecta a Internet por primera vez. Estas direcciones no cambian porque es un código que identifica una computadora u otro dispositivo y lo distingue de los demás. Por tanto, su utilidad es mantener la máquina siempre detectada en el entorno global (Delgado, 2015).

La dirección IP privada es utilizada por dispositivos en una red doméstica o local y esta dirección es agregada manualmente. Los dispositivos no pueden ser conectados directamente a Internet, salvo que la computadora se conecte a una dirección IP pública (Delgado, 2015). De tal forma que se puede apreciar en la figura 13 un ejemplo de los comportamientos de las direcciones IP.

**Figura 13**

*Dirección de protocolo de Internet IP*



Nota: (Delgado, 2015)

### **2.2.15.1 Dirección IP Dinámica**

Cuando un dispositivo se conecta cada vez a una red, la dirección IP va cambiando, a ello se le llama IP Dinámica. Usualmente se usa cuando los proveedores de servicios tienen más clientes que direcciones IP, ya que es probable que los conecten a todos al mismo tiempo (Wilke, 2019).

### **2.2.15.2 Dirección IP Estática**

Las direcciones IP estáticas son aquellas que se asignan de manera fija o permanente a un host específico, de modo que cuando una máquina con este tipo de dirección IP se conecta a la red, siempre utiliza la misma dirección IP. Por lo general, este tipo de direcciones son utilizadas por servidores web, enrutadores o equipos que requieren estar conectados a la red de forma continua (Andalucía, 2018).

## 2.2.16 Redes LAN

Las redes LAN (Red de Acceso Local) se relacionan con los dispositivos electrónicos interconectados que comparten una serie de comunicación común o conexión inalámbrica con un servidor. La red LAN comprende de dispositivos enlazados a un servidor que abarca sitio específico de un área reducido, por ejemplo, una vivienda, edificio, sucursal y entre otros (Ruíz, 2014).

En las redes locales, la longitud máxima de los cables que conectan diferentes ordenadores puede variar desde 100 metros con cable de par trenzado hasta unos pocos kilómetros en enlaces de fibra óptica, cuya velocidad de transferencia típica oscila entre 100 Mb/s y 10 Gb/s (Ruíz, 2014).

### 2.2.16.1 Topología de la Red LAN

Ruíz (2014) menciona que la topología de red local se refiere a la distribución física en la que se disponen los equipos que la componen. Existen tres tipos de topología en la red que son según la tabla:

**Tabla 1**

*Topología de red LAN*

TIPO	CONCEPTO	VENTAJA	DESVENTAJA
Estrella	Se conectan todos los dispositivos a un servidor central que establece los recursos de la red.	para añadir más nodos de la red no es necesario suspender la actividad de la red	El servidor central es la máxima vulnerabilidad y es probable el fallo en el nodo central.



---

Bus	Se basa en la conexión lineal directamente desde los equipos (dispositivos electrónicos)	Se basa en la sencilla conexión, lo cual, usa menos cable en relación con el nodo central.	Un pequeño fallo en cualquier parte del cableado interrumpe todo el sistema.
Anillo	Se trata de conectar las computadoras linealmente de uno a continuación de otro,	En caso de existir un fallo en algún equipo, no detiene toda la red.	Existe mayor coste de cable, a la vez así como añadir un MAU

---

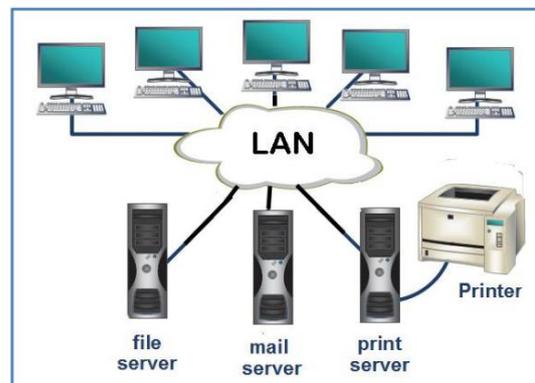
Nota: (Ruíz, 2014)

Existe también la topología híbrida o mixta, en donde básicamente se compone de las topologías anteriores, en la que contiene la combinación de la topología estrella, topología bus y la topología anillo (Toranzo & Rivas, 2018).

Según Zheng (2017) en su trabajo de investigación afirma que la red LAN ofrecen conectividad de forma ininterrumpida durante las 24 horas y se adhieren a los estándares de la capa física y la capa de enlace de datos del modelo OSI. Las redes locales representan la alternativa más rentable para conectar múltiples computadoras entre sí en un mismo lugar. Su diseño va más allá de las interfaces, a través de las cuales nos conectamos a ellas, estableciendo estándares con definiciones de series y protocolos exclusivos para su funcionamiento. Asimismo, en la figura consecutiva se aprecia la topología de redes de acceso local.

**Figura 14**

*Topología de redes LAN*



Nota: (Zheng, 2017)

### 2.2.17 Energía solar fotovoltaica

La energía solar fotovoltaica es una de las fabricaciones con mayor desarrollo en todo el mundo y para preservar este equilibrio, se han elaborado nuevos materiales para el desarrollo respecto a los paneles solares, el consumo de energía de estos componentes, el diseño y la producción de equipos, tecnologías de generación y nuevos conceptos para mejorar la eficiencia global de las células (Vasconcelos & Aguirre, 2017).

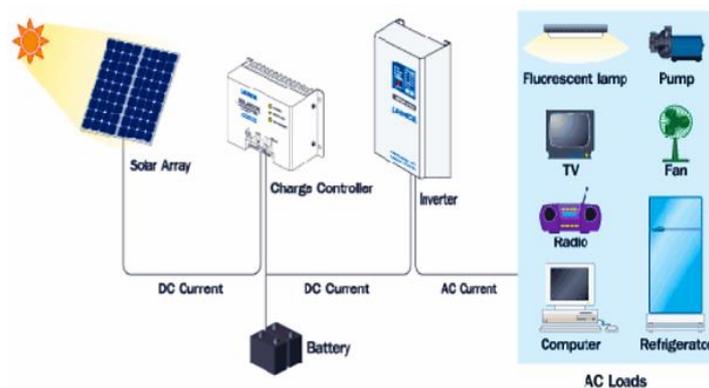
Gracias a la electricidad solar se produce la transformación de la radiación solar en energía eléctrica, descubierta por primera vez por Alexandre E. Becquerel en 1839. Este fenómeno ocurre en materiales ampliamente reconocidos como semiconductores, que presentan dos bandas de energía: Una donde se permite la existencia de electrones y otra donde no, es decir, la banda se encuentra completamente desocupada (Vasconcelos & Aguirre, 2017).

Según Montoya (2011) afirma que la energía de celdas fotovoltaicas implica aprovechar la radiación de sol convirtiéndola en energía eléctrica por medio del efecto fotovoltaico.

Montoya (2011) indica que para la instalación de conexión a la red eléctrica en un hogar se requiere de una estructura compuesta por cuatro componentes fundamentales: panel solar, inversor fotovoltaico, regulador de carga y batería. En la figura 15 muestra una estructura básica de un sistema de panel solar fotovoltaica.

**Figura 15**

*Estructura de energía solar fotovoltaica*



Nota: (Swami & Patel, 2016)

**Panel fotovoltaico:** Sistema de energía solar fotovoltaica transforma la radiación solar (fotones) en electricidad. Los sistemas fotovoltaicos emplean celdas solares, generalmente elaboradas con silicio cristalino. Sin partes móviles, ruidos ni emisiones. Un sistema fotovoltaico es un sistema eléctrico que incluye uno o más paneles solares, cables conductores, componentes eléctricos y uno o más dispositivos de consumo (Swami & Patel, 2016).

**Inversor:** El inversor solar es un dispositivo conversor cuya función es recibir la energía eléctrica de corriente continua para transformarla en corriente alterna (AC). Además, toda la energía generada puede ser almacenada en las baterías, con el objetivo de poder utilizar en



los hogares todos los equipos eléctricos y/o electrodomésticos (Swami & Patel, 2016).

**Controlador de carga:** Un controlador de carga solar es un aparato situado entre el panel o celda solar y la batería. Principalmente, su propósito es regular el flujo de energía proveniente de los paneles solares hacia las baterías, supervisando la intensidad y el voltaje que pueden recibir, para garantizar que se carguen de manera adecuada y no causen daños a las baterías (TechnoSun, 2020).

**Batería:** Los acumuladores desempeñan el papel más crucial, siendo dispositivos encargados de almacenar la energía generada por los paneles solares, para su uso posterior cuando sea requerida. Las baterías tienen una profundidad de descarga, lo cual básicamente es el porcentaje de la suficiencia que se utiliza durante el ciclo carga y/o descarga, de manera que puede señalar dos posibilidades. Para estimar la duración de la batería, se utiliza una fórmula general que consiste en:  $C_N = I_N * \text{Duración de la carga/descarga (Hrs)}$

Siendo  $C_N$  la capacidad nominal (Amp) y  $I_N$  Intensidad de carga (Amp) o descarga.

(Alonso, 2022).

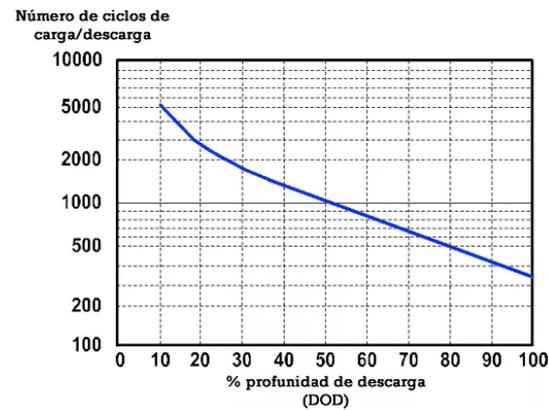
**Descargas superficiales:** Son las descargas de alrededor de 20% de su capacidad nominal.

**Descargas profundas:** Son las descargas que se encuentran entre 60% y 80% de su capacidad nominal.

En el caso de las baterías, a medida que ascienda la profundidad de la descarga, se reduce la cantidad de ciclos de uso que la batería puede proporcionar (Alonso, 2022). En la figura 16 se logra apreciar la descarga profunda de una batería.

### Figura 16

#### *Descarga profunda de la batería*

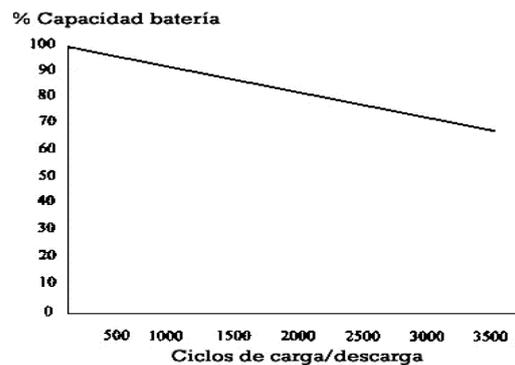


Nota: (Alonso, 2022)

Las baterías cuentan con una vida útil, en las instalaciones de paneles fotovoltaicos siempre se mide en ciclos de carga y descarga, de tal forma que, si la batería trabaja bastantes ciclos diarios, la vida útil de la batería se reducirá más (Alonso, 2022). Ver figura 17.

### Figura 17

#### *Vida útil de la batería*



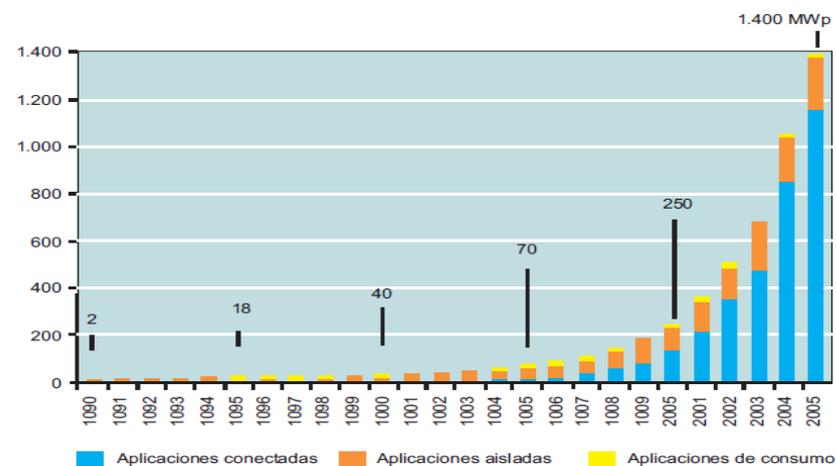
Nota: (Alonso, 2022)

### 2.2.17.1 Aplicaciones en paneles fotovoltaicos.

El incremento del mercado mundial demuestra que la energía solar ha penetrado en numerosas áreas donde resulta rentable desde el punto de vista económico. Esto ha vuelto atractivos para los usuarios, compañías y autoridades gubernamentales el rápido desarrollo de sistemas conectados a la red, que buscan contribuir a la edificación de una infraestructura eléctrica más respetuosa con el medio ambiente (Sala, 2008). En la siguiente figura se puede observar las aplicaciones en sistemas de paneles fotovoltaicos durante los años de 1090 hasta 2005.

**Figura 18**

*Aplicaciones en paneles fotovoltaicas*

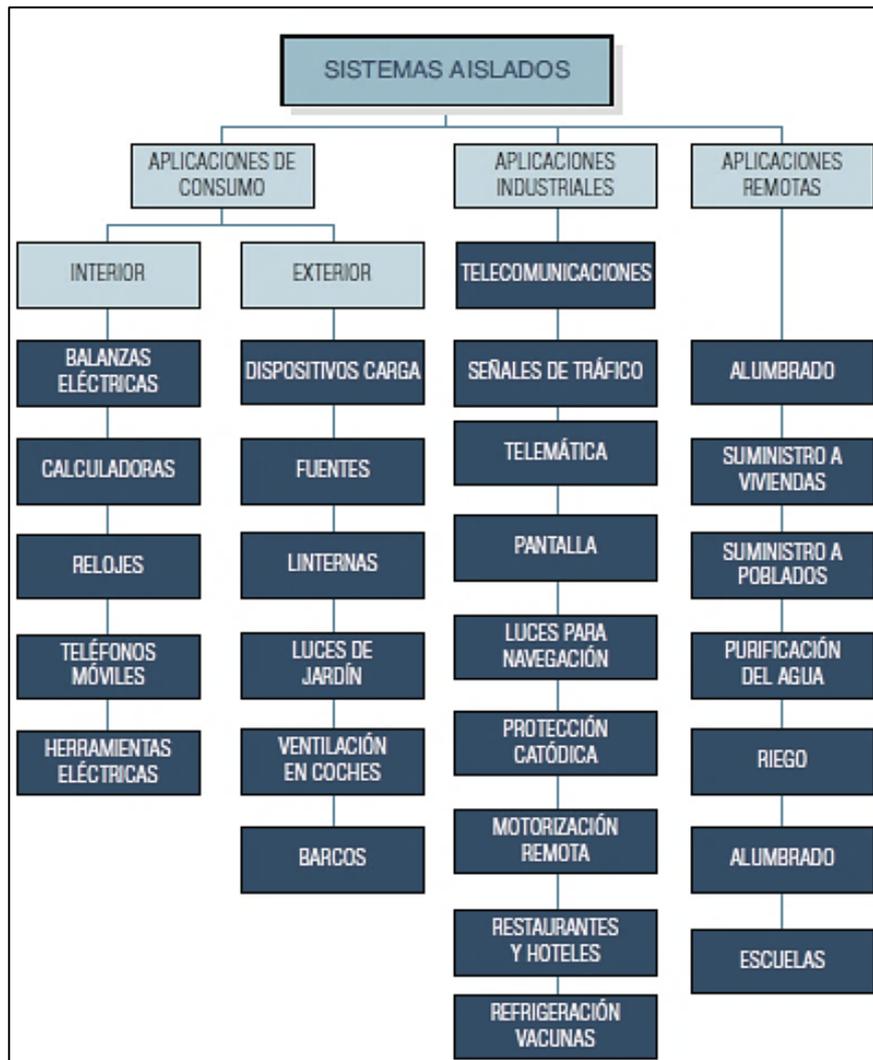


Nota: (Sala, 2008)

En la siguiente figura se aprecia un resumen de algunas aplicaciones respecto a las instalaciones de paneles fotovoltaicos de acuerdo de los sectores, ya sea en aplicaciones de consumo en el interior o exterior, aplicaciones industriales y aplicaciones remotas. En la figura 19 se muestra las aplicaciones importantes que se realiza en sistema de paneles solares.

**Figura 19**

*Aplicaciones respecto a sistemas de paneles fotovoltaicos*



Nota: (Sala, 2008)

### 2.2.18 Software dialux evo

DIALux es el referente a nivel global en software para diseñar iluminación, que sirve para crear proyectos de todo tipo de iluminación de manera profesional, lo cual este trabajo permite diseñar, calcular y visualizar los sistemas de iluminación para zonas interiores como exteriores, ya sea para habitaciones, edificios, calles, alumbrado público, iluminación natural y de emergencia (DIALux, 2020).

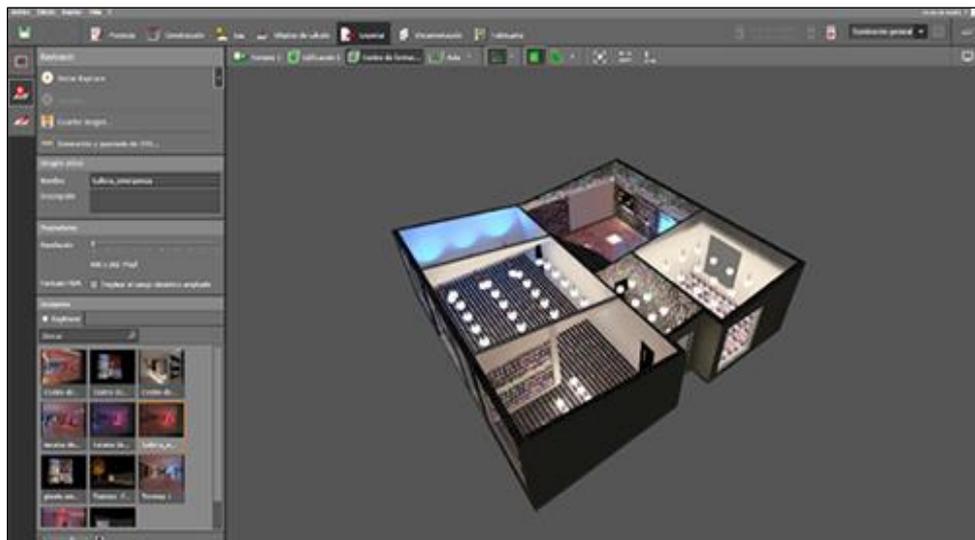
El DIALux tiene la facultad de determinar y exportar toda la documentación que se requiere para los ambientes, dentro de ello están: las imágenes de portadas, descripción del proyecto, la lista de las luminarias, el rendimiento de la luminaria, datos del uso de los focos y entre otros (Olano & Olano, 2020).

### 2.2.19 Interfaz de dialux evo

Para comenzar a diseñar una instalación del sistema de luminarias con el software DIALux, es muy importante comprender cómo transmite los datos y cómo se debe ingresar y procesar cada tipo de datos. Para ello, DIALux dispone de una ventana muy amplia con todos los posibles comandos e instrucciones que hay que cumplimentar a la hora de crear un proyecto de iluminación para una vivienda (Hinostroza, 2017). Véase en la figura 20 el diseño de local en el programa.

#### Figura 20

*Diseño del local en software DialuxEvo*



Nota: (Gortáñez, 2020)

### 2.2.19.1 Barra de herramienta de Dialux Evo

En la barra de herramientas contiene diversas opciones que sirve para activar o aplicar parámetros en cualquier instante en el proceso de diseño de las luminarias.

**Tabla 2**

*Barra de herramientas de Dialux Evo*

SÍMBOLO	NOMBRE	FUNCIÓN
	Vista estándar 3D	Sirve para observar el local y todos los elementos ubicados en 3 dimensiones.
	Vista plana	Sirve para observar en 2 dimensiones la planta del local.
	Vista lateral	Permite visualizar en 2 dimensiones, el alto y el largo del local.
	Vista frontal	Permite visualizar en 2 dimensiones, el alto y el ancho del local.
	Distribución luminosa	Representa en 3 dimensiones la distribución luminosa de las luminarias.
	Isolíneas	Muestra en la ventana CAD las isolíneas de las luminarias.
	Flecha	Activa la selección de superficies y objetos.
	Lupa	Amplía y disminuye la vista de la ventana CAD.
	Rotar Vista	Permite lograr la rotación el local en cualquier dirección.
	Mover vista	Permite mover el local a cualquier lugar
	Iniciar cálculo	Permite realizar los cálculos de las luminarias seleccionadas.

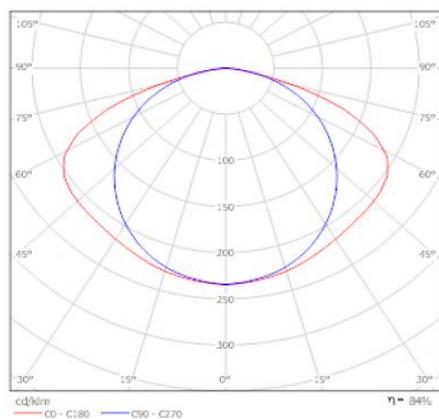
Nota: (Rodriguez & Llano, 2012)

### 2.2.20 Diseño de iluminación de un ambiente.

En el software DIALux es muy importante para seleccionar las bombillas o lámparas, ya que de esto depende la capacidad de luminancia en un ambiente respecto a lo requerido. Cuando se seleccionan, es importante considerar ciertos atributos como la cantidad de luz que emite la lámpara, la potencia activa requerida para la bombilla, el método de instalación de la luz y el diseño de la dispersión de luz proporcionado por el fabricante (Rodríguez & Llano, 2012). Véase en la figura 21 la distribución de luz que logra emitir.

#### Figura 21

*Distribución de luz emitida*



Nota: (Rodríguez & Llano, 2012)

### 2.2.21 Lumen y lux

Lumen es la radiación lumínica, la cual indica la cantidad total de luminosidad proporcionada por una fuente de luz, sin tener en cuenta la dirección en la que se proyecta, y Lux se emplea para determinar la cantidad de luz que emite sobre una superficie, siendo que lux es igual a un lumen por metro cuadrado. Esto nos posibilita calcular la cantidad total de luminosidad y la intensidad de iluminación en la superficie. (Lamparadirecta, 2023).

### 2.2.22 Parámetros del local.

Para dimensionar el sistema de iluminación del domótico sostenible es necesario conocer las dimensiones del ambiente en una medida general y específica, ya que esto ayuda a elegir las luminarias pertinentes y necesarias para el buen alumbrado del local (Rodríguez & Llano, 2012).

### 2.2.23 Selección de la lámpara:

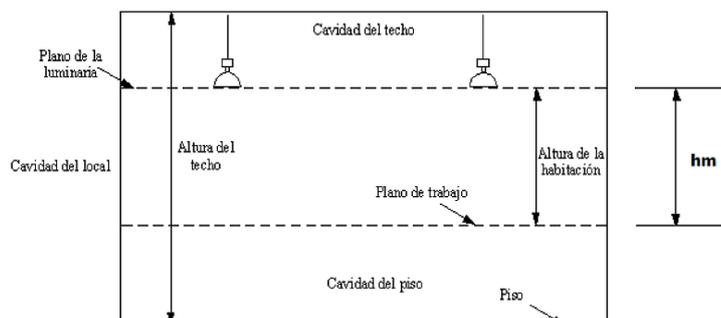
Se debe conocer las lámparas a utilizar, esto dependiendo de la marca y modelo respecto al fabricante, asimismo, se debe tener en cuenta el tipo de proyecto a ejecutarse. También se debe conocer las características fotométricas, las cuales son: cantidad de luz en una superficie, siendo la unidad de medida lux (lx), Potencia eléctrica (W), flujo luminoso (Lm) y la eficiencia luminosa (Lm/W) (Rodríguez & Llano, 2012).

### 2.2.24 Cálculo de la cavidad

Es el factor de cavidad del local o ambiente, lo cual este factor ayudará a encontrar el CU (Coeficiente de Utilización), el CU está ubicado en la tabla de datos de los fabricantes (Hinostrroza, 2017). Ver figura 22.

### Figura 22

#### *Estructura de cavidad del local*



Nota: (Hinostrroza, 2017)



Para hallar la cavidad del local se necesita las dimensiones del ambiente, de tal manera que se usa las siguientes formulas:

$$hm = h - (PT + PML) \quad (1)$$

Donde:

hm: Altura de la cavidad del local (m)

h: Altura del local (m)

PT: Plano de trabajo (m)

PML: Plano de montaje de luminarias (m)

$$K = \frac{(1+a)}{hm(l \times a)} \quad (2)$$

Donde:

K: Cavidad del local

l: longitud del local

a: Ancho del local

### 2.2.25 Factor de mantenimiento.

Este factor es esencial para una instalación luminaria, ya que este ayudó a realizar un mantenimiento dentro de un tiempo determinado de uso de la instalación, todo ello con el fin garantizar el nivel adecuado de la iluminancia promedio, (Rodriguez & Llano, 2012). La fórmula se da por la siguiente expresión:

$$FM = FE \times DLB \times Fb \quad (3)$$



Donde:

FM: Factor de mantenimiento

FE: Depreciación de la luminaria por suciedad

DLB: Depreciación por disminución del flujo luminoso

FB: Factor de balasto.

**Tabla 3**

*Factor de mantenimiento*

Frecuencia de limpieza (Años)	1				2			
	P	C	N	D	P	C	N	D
Condiciones ambientales								
Luminarias abiertas	0.96	0.93	0.89	0.83	0.93	0.89	0.84	0.78
Reflector parte superior abierta	0.96	0.9	0.86	0.83	0.8	0.84	0.8	0.75
Reflector parte superior cerrada	0.94	0.89	0.81	0.72	0.88	0.89	0.69	0.59
Reflectores cerrados	0.94	0.88	0.82	0.77	0.89	0.83	0.77	0.71
Luminarias a prueba de polvo	0.98	0.94	0.9	0.86	0.95	0.91	0.86	0.81
Luminarias con emisión indirecta	0.91	0.86	0.81	0.74	0.86	0.77	0.66	0.57

Nota: (Hinostroza, 2017)

Siendo que P es puro, C es limpio, N es normal y D es sucio.



### 2.2.26 Flujo luminoso total requerido

Apcho (2019) Indica que para determinar el flujo luminoso que se requiere para generar la iluminancia media, lo cual es expresado de la siguiente manera:

$$\varphi_{\text{tot}} = \frac{E_{\text{med}} \times A}{\text{CU} \times \text{FM}} \quad (4)$$

Donde:

$\varphi_{\text{tot}}$ : Flujo luminoso total requerido (lm)

E medio: Iluminancia media (lx)

A: Área del local (m<sup>2</sup>)

CU: Coeficiente de utilización

FM: Factor de mantenimiento

#### Tabla 4

*Factor de Utilización CU*

FACTOR DE UTILIZACIÓN													
Tipo de aparato de alumbrado		Factor de reflexión del techo											
		08			07			05			03		00
		Factor de reflexión de las paredes											
		0.5	0.3	0.1	0.5	0.3	0.1	0.5	0.3	0.1	0.3	0.1	00
Porcentaje	0.6	.39	.35	.32	.38	.34	.32	.38	.34	.31	.33	.31	.30
	0.8	.48	.43	.40	.47	.42	.40	.46	.42	.39	.41	.38	.37
De	1,00	.53	.49	.46	.52	.48	.45	.51	.47	.45	.46	.44	.41
	125	.58	.54	.51	.57	.53	.50	.55	.51	.49	.50	.48	.45
Iluminancia	1.5	.62	.58	.54	.61	.57	.54	.58	.55	.52	.53	.51	.48
	2,00	.66	.62	.59	.64	.61	.58	.61	.59	.57	.56	.55	.52
Dmax =	2.5	.68	.65	.63	.67	.64	.62	.64	.61	.60	.59	.57	.54
	3,00	.70	.67	.65	.69	.66	.64	.65	.63	.61	.60	.59	.56
0.1Hm	4,00	.72	.70	.68	.70	.69	.67	.67	.66	.64	.63	.61	.58
	5,00	.73	.71	.70	.71	.70	.68	.68	.67	.66	.64	.63	.59

Nota: (Apcho, 2019)



### 2.2.27 Número de Luminarias

Cuando ya se determina el flujo luminoso total requerido para obtener producir la luz promedio requerida se le conoce flujo luminoso que emite cada bombilla, el número de lámparas requeridas, (Hinostroza, 2017). Se calcula usando la siguiente expresión:

$$N = \frac{\varphi_{\text{tot}}}{\varphi_l \times n} \quad (5)$$

Donde:

N: Número de luminarias requeridas

$\Phi_{\text{tot}}$ : Flujo luminoso total requerido (lm)

$\Phi_l$ : Flujo luminoso por bombilla (lm)

n: Número de bombillas por bombilla

Luego de haber determinado el número de bobillas requeridas se puede hallar el flujo luminoso real que está expresado de la siguiente manera:

$$\varphi_{\text{real}} = N \times n \times \varphi_l \quad (6)$$



## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 MATERIALES PARA LA IMPLEMENTACION DEL PROYECTO

##### 3.1.1 Hardware

LAPTOP TOSHIBA SATELLITE L50-B – GRIS:

- Procesador: Intel(R) Core(TM) i7-4510U CPU @ 2.00GHz, 2601 MHz, 2 procesadores principales, 4 procesadores lógicos.
- Sistema Operativo: Windows 10 pro
- Almacenamiento: RAM 12GB y Memoria 1024GB
- Pantalla: HD Graphics Family de 16” (1366 x 768)
- Procesador Gráfico: AMD Radeon R7 M260

ARDUINO UNO: Es el controlador basada en código abierto y que está compuesto en software y hardware libre, este permite controlar y monitorear variedades de dispositivos electrónicos como: motores, sensores, mandos a distancia, iluminación, etc. (Sanclemente, 2016) Algunas de sus características son:

- Microcontrolador: ATmega328
- Tensión de funcionamiento: 5V
- Voltaje de entrada (recomendado): 7 – 12V
- Voltaje de entrada (límites): 6 – 20V
- Pines de E/S digitales: 14
- Pines de entrada analógica: 6
- Corriente CC para pin de E/S: 40 mA
- Corriente CC para pin de 3,3: v 50 mA



- Memoria flash: 32KB
- SRAM: 2KB
- EEPROM: 1KB
- Velocidad de reloj: 16MHz

**ETHERNET SHIELD:** El Ethernet Shield es un dispositivo electrónico de la familia módulo Arduino que se puede dar uso para intercomunicar con los módulos electrónicos mediante una dirección IP (Hartono et al., 2020).

Características principales del Ethernet Shield:

- Voltaje de operación: 5V
- Chip Wiznet W5100 con búfer interno: 16Kb
- Velocidad de conexión: 10/100Mb
- Conexión de puerto a Arduino: SPI
- Protocolo: TCP y UDP
- Compatibilidad: Arduino UNO y Mega
- Micro SD Card: Si

**ROUTER TP-LINK WR840N:** El router TP-Link es un aparato que brinda la conexión de banda inalámbrica a los dispositivos conectados. Además, transmite y recibe datos a través de paquetes de diversos tipos de información. El router TP-Link Smart Connect (conexión inteligente) disminuye las interrupciones y retardos cuando está vinculado a uno o varios dispositivos (Tplink, 2021).

Características principales del router:

- Banda: 2.4 GHz
- Número de puertos LAN: 4
- Interfaz: 10/100Mbps



- Seguridad inalámbrica: WPA2
- Características de antena: 2 antenas
- Velocidad de transmisión: 300 mbps
- Botones: WPS/reset

MODULO RELÉ: Este aparato electromagnético gestiona la activación y desactivación, permitiendo el paso de la corriente. El módulo de relé puede ser operado con voltaje bajo, en este escenario, a través del Arduino UNO. Tiene la capacidad de manejar cargas de hasta 250V y 10 Amperios (Robots, 2020).

Características principales de modulo relé:

- Voltaje de Operación: 5V DC
- Señal de Control: TTL (3.3V o 5V)
- N° de Relays (canales): 4 CH
- Capacidad máx: 10A/250VAC, 10A/30VDC
- Corriente máx: 10A (NO), 5A (NC)
- Tiempo de acción: 10 ms / 5 ms
- Para activar salida NO: 0 Voltios
- Indicadores LED de activación

SERVOMOTOR SG90: Se trata de un motor eléctrico que permite regular el giro en determinados ángulos, además de poder ajustar el tiempo de rotación, todo ello programado a través del Arduino Uno. En este contexto, se emplea para controlar el mecanismo de acceso de puertas del sistema domótico (Areatecnologia, s. f.).

Características principales del servomotor:

- Micro Servo Tower-pro
- Velocidad: 0.10 sec/60° 4.8V



- Torque: 1.8 Kg-cm 4.8V
- Voltaje de funcionamiento: 3.0-7.2V
- Temperatura de funcionamiento: -30 °C ~ 60 °C
- Ángulo de rotación: 180°
- Ancho de pulso: 500-2400  $\mu$ s
- Longitud de cable de conector: 24.5cm

**LUMINARIA:** Se encarga de iluminar cierta área específica, de manera que está compuesto por la iluminancia que es el nivel de luz proyectada sobre una superficie que puede ser medido en Lux y la cantidad de luz dada por la fuente luminosa, siendo la unidad de medida Lumen (Castro & Posligua, 2015), siendo las características principales:

Características principales de la luminaria:

- Voltaje: 220V
- Potencia: 18 – 21 – 40 W
- Rango de Iluminación: 100 – 150 – 200 Lux
- Flujo lumínico: 2800 – 4118 - 5000 Lm

**MOTOR VENTILADOR:** Es un aparato electrónico rotativo capaz de transmitir una presión de aire necesario para el hogar, etc. De tal manera que refrigera o ventila el local mediante un flujo de aire. Este transfiere energía para crear la presión requerida, permitiendo el flujo constante de un fluido, como el aire, en diversas áreas. Tiene una amplia gama de aplicaciones, como la ventilación de espacios, la refrigeración de equipos u objetos, o para desplazar gases, especialmente el aire, a través de un sistema de conductos.



Características principales del motor ventilador:

- Voltaje de alimentación: 5V DC
- Corriente Nominal: 150mA
- Longitud del cable: 25cm
- Dimensione: 40x40x10mm
- Peso: 10g

SENSOR DE HUMO MQ2: Es un dispositivo electrónico de la familia arduino UNO, siendo este sensor analógico que logra detectar el humo o un previo incendio de manera rápida y de esta forma enviar datos a otro dispositivo para actuar o alarmar al usuario (Carbo, 2018).

Características principales del motor ventilador:

- Alimentación de voltaje: 5 - 20v
- Lectura: 310 a 10000ppm
- Temperatura: -5 a 50°c
- Duración larga vida
- Repuesta rápida

SENSOR PIR HC-SR505: Es un sensor capaz de detectar movimiento, que está compuesto con tecnología infrarroja, siendo así que este dispositivo se puede acoplar a múltiples proyectos como: alarma de antirrobo, luminaria automática, cámaras, etc.

Características principales del motor ventilador:

- Voltaje de alimentación: 4,5 a 20V.
- Niveles de salida: alto-3,3V, bajo – 0V.
- Modos de disparo: L- no repite disparo, H- repite disparo



- Tiempo de disparo ajustable: desde 3s a 300s.
- Lente fresnel de 19 zonas, Ángulo  $<100^\circ$

PANEL SOLAR FOTOVOLTAICO: Siendo un sistema fotovoltaico compuesto por una serie de células solares ubicadas en un sustrato, las cuales convierten la radiación solar en energía eléctrica, los paneles también pueden ser denominados como módulos y están diseñados para diversas capacidades de potencia. Estos pueden estar interconectados en serie y/o en paralelo según la aplicación específica.

Características del panel fotovoltaico:

- Modelo: TEC M6U(60)
- Potencia Máxima: 280 W
- Circuito Abierto Voltaje (Voc): 38.60 V
- Corto circuito corriente (Isc): 9.3 A
- Eficiencia energética : 17.6%
- Corriente en Pmax (Imp):2.67 A
- Coeficiente de Temp. Voc :  $-40 - +80 \text{ mV}/^\circ\text{C}$

BATERÍA: Conocido también como acumulador de energía o celda, este sistema guarda energía eléctrica, conformado por celdas conocidas como electroquímicas, que básicamente transforman la energía química almacenada en ellas en energía eléctrica. Este dispositivo se utiliza para suministrar energía eléctrica a dispositivos eléctricos y electrónicos en el hogar y fuera de él.

Características de la batería eléctrica:

- Modelo: LPGS12
- Voltaje: 12V
- Uso continuo: 11.8 – 15.5V



- Corriente Inicial: 200AH

INVERSOR SOLAR: Un convertidor de paneles solares es un dispositivo que transforma la corriente continua CC proveniente de los módulos fotovoltaicos en energía alterna AC. Esta corriente puede ser utilizada en el hogar o almacenada en baterías. La importancia del convertidor para los paneles solares es fundamental en el funcionamiento de las instalaciones eléctricas, ya que permite aprovechar la energía para alimentar aparatos eléctricos y electrónicos. Algunos convertidores ya incluyen su propio sistema de regulación de carga.

Características de un inversor solar:

- Modelo: PV1800
- Potencia Nominal: 1000VA/1000W
- Voltaje Input: 12VDC
- Voltaje de salida: 230VAC
- Eficiencia: 93%
- Frecuencia de salida: 50/60Hz
- Rango de Temperatura: 0 – 50 °C
- Grado de protección: IP20

### 3.1.2 Software

- Dialux EVO V.11
- Microsoft Word 2016 Profesional
- Excel
- Arduino
- Sistema Operativo Windows 10

## 3.2 MÉTODOS

### 3.2.1 Tipo de investigación

El método de investigación propuesta para el desarrollo del proyecto de tesis es descriptivo-experimental, ya que los datos e información se obtuvieron tanto de forma teórica de tal manera que describe características que son fundamentales originando información sistematizado y como práctica se sometió a un objeto prototipo para manipular variables independientes para observar el efecto sobre el proyecto (Alban & Arguello, 2020).

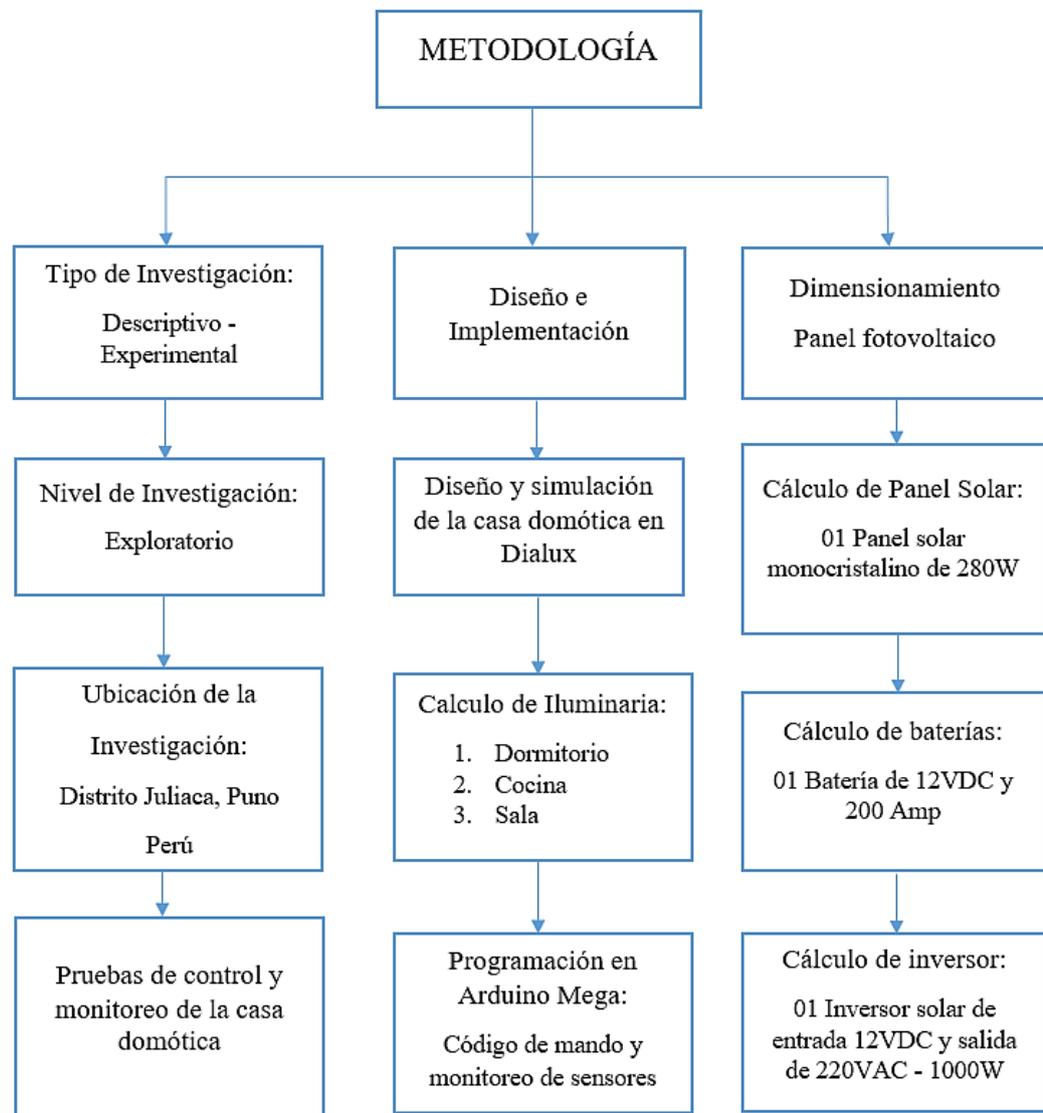
### 3.2.2 Nivel de investigación

El nivel de investigación comprende el grado de conocimiento que influye con la investigación, por lo que la investigación es de tipo exploratorio, ya que se plantea para estudiar un problema definiendo parámetros y variables para dar soluciones pertinentes, por lo que se buscó diseñar e implementar un sistema domótico sostenible para tener el control y monitoreo en tiempo real parámetros como sistemas de seguridad, sensores, iluminación, ventilación y asimismo obtener una eficiencia energética en el hogar.

Todo el procedimiento del diagrama de bloques fue de mucha ayuda para poder hacer realidad este proyecto de investigación del sistema domótico sostenible con las tecnologías del internet de las cosas y panel fotovoltaico, ya que al final se realizó todas las pruebas correspondientes que se aprecia en los resultados obtenidos de nuestra investigación. En la figura 23 se aprecia el diagrama de bloques de la metodología de la investigación.

**Figura 23**

*Diagrama de bloques de la metodología de la investigación*



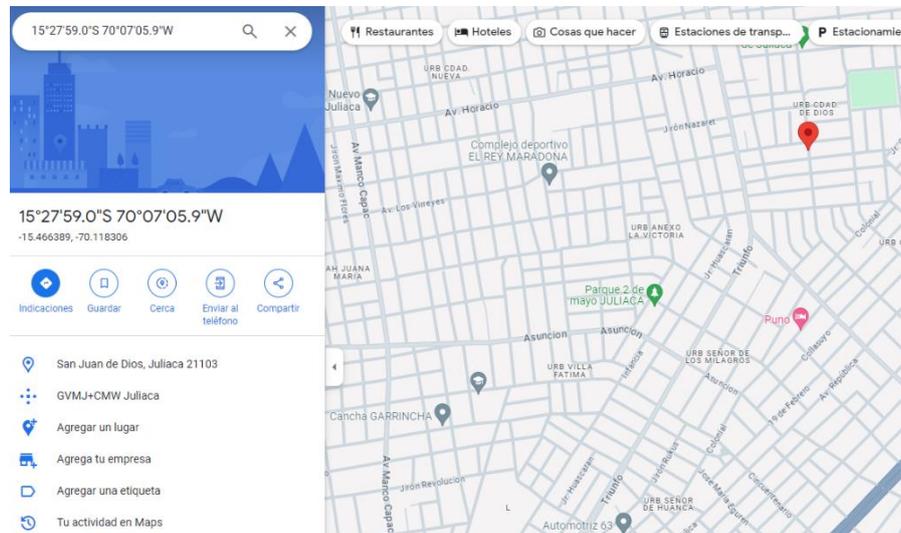
Elaboración propia

### 3.2.3 Ubicación de la investigación

La presente investigación se realizó en el distrito de Juliaca, región Puno, Perú, siendo las coordenadas 15°27'59.0"S 70°07'05.9"W, con una altitud de 3824msnm. Ver figura 24, la ubicación de la investigación realizada.

## Figura 24

### *Ubicación de la investigación*



Nota: (GoogleMaps, 2023)

## 3.3 DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

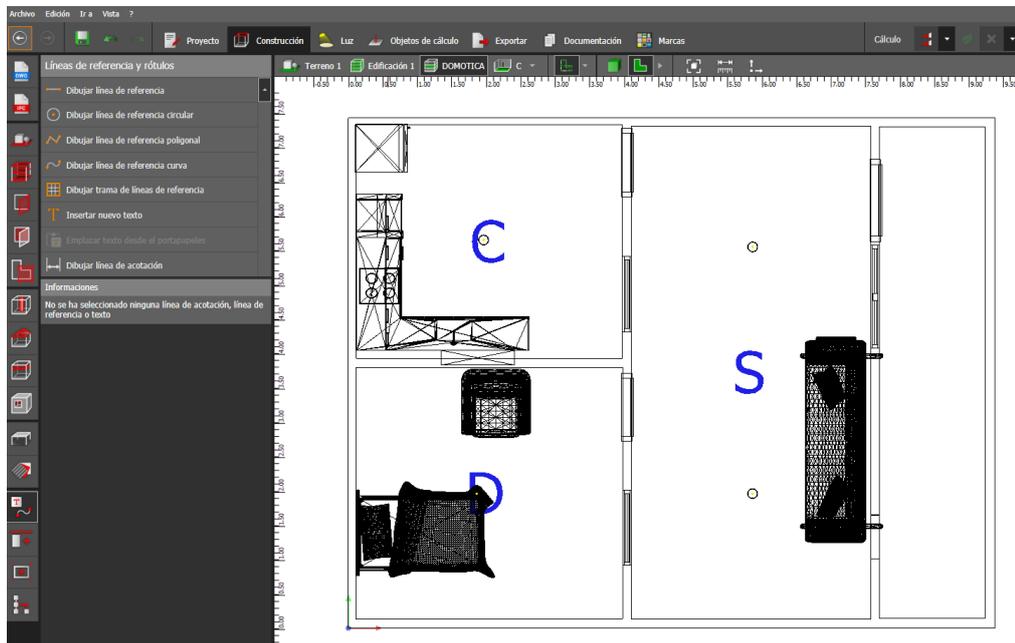
### 3.3.1 Diseño del prototipo en el software dialux evo.

En este campo se desarrolló el prototipo del sistema domótico sostenible en el software Dialux Evo, por lo que se necesita conocer los parámetros principales de la vivienda a diseñar. Para ello se utilizó parámetros reales, es decir, las medidas de la casa son datos reales, ya que de esta manera se usó el programa, con datos verídicos.

Para diseñar el sistema domótico, se puede empezar a construir el plano en diferentes programas como AutoCAD, para luego ser importado al software Dialux Evo, pero en este caso se empezó a diseñar la vivienda directamente desde el programa, luego se convirtió el plano de la casa en tres dimensiones para poder apreciar como una vivienda real. En la figura 25 se muestra el diseño del prototipo.

**Figura 25**

*Diseño del prototipo en el software DialuxEvo*



Elaboración propia

La casa domótica cuenta con cuatro ambientes, entre ellos son: dormitorio, sala y cocina, siendo de esta manera que se diseñó en el programa para la iluminación eficaz para los dichos ambientes, teniendo así una mejor iluminación y comodidad para el confort.

### 3.3.2 Cálculo de iluminación por ambiente

Para diseñar el sistema de iluminación se necesitó los requisitos mínimos de proyección de luz para los ambientes, que comprende el rango de iluminación que está en la unidad de medida lux y la eficiencia luminosa siendo su expresión en lum/w, se puede apreciar en la siguiente tabla de la Norma Técnica EM.10 Instalaciones Eléctricas de Interiores de Reglamento Nacional de Edificación, según (Instituto de la Construcción y Gerencia, 2019).

**Tabla 5**

*Categorías de iluminación según la norma técnica EM.10*

N°	Tipo de Interior de actividad	Nivel de Iluminación		
		Min	Medio	Max
1	Dormitorio	50	100	150
2	Cocina	100	150	200
3	Sala	150	200	300
4	Sanitario	100	150	200
5	Comedor	150	200	50
6	Estudio o almacenes,	300	400	500
7	Circulación y pasillos	150	200	300
8	Tareas de exigencias visuales	500	700	800
9	Tareas con exigencias visuales difíciles	700	900	1100

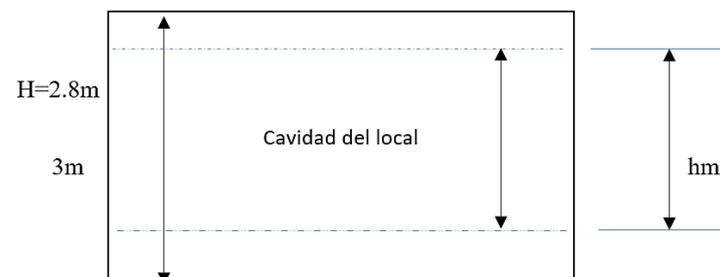
Nota: (Instituto de la Construcción y Gerencia, 2019)

### 3.3.2.1 Cálculo iluminancia del dormitorio

Según Hinostroza (2017) indica la fórmula para hallar la altura de cavidad del ambiente véase en la ecuación (1), como ya se conoce los parámetros del local se realizó de la siguiente manera. Ver figura 26.

**Figura 26**

*Cavidad del ambiente para calcular la iluminancia*



Elaboración propia



Para ello se calculó la altura de cavidad del ambiente, siendo las medidas de longitud igual 4 metros, 3 metros de ancho y una altura de 2.8 metros. Generando así como área de  $12m^2$ .

$$hm = h - (PT + PML) \quad (1)$$

$$hm = 2.8m - (0.80m)$$

$$hm = 2m$$

De acuerdo Apcho (2019) da a conocer la fórmula (2) para resolver el índice de cavidad del ambiente, como ya se obtuvo la altura de cavidad, se logró obtener de la siguiente manera:

$$K = \frac{(l \times a)}{h(l + a)} \quad (2)$$

$$K = \frac{(4m \times 3m)}{2(4m + 3m)}$$

$$K = 0.86$$

Según Apcho (2019) para encontrar el flujo total de iluminación se requirió conocer el factor de mantenimiento  $F_m$  véase en la tabla 3 y el factor de utilización  $C_u$ , el  $F_m$  es 0.93 y  $C_u$  es igual a 0.47.

Con la siguiente fórmula se encontró el flujo de iluminación total requerida:

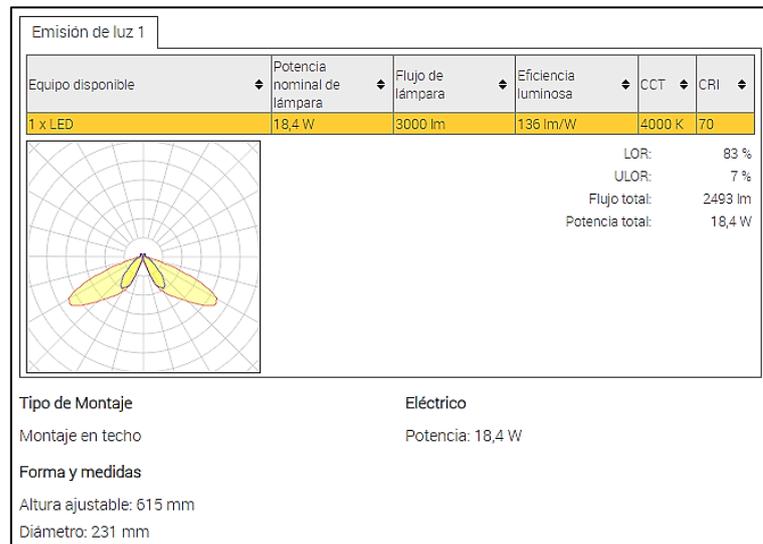
$$\varphi_{tot} = \frac{E_{med} \times A}{C_U \times F_M} \quad (3)$$

$$\varphi_{tot} = \frac{100lx \times 12}{0.47 \times 0.93}$$

$$\varphi_{tot} = 2745 \text{ lm}$$

**Figura 27**

*Detalles técnicos de la luminaria del dormitorio*



Nota: (luminairesdialux, 2023)

En la figura 27 se muestra la luminaria seleccionada. Sabiendo que según la conversión de watts a lúmenes se tuvo el valor del flujo lumínico, entonces se logró encontrar el valor de la cantidad de luminarias a instalar, mediante la fórmula:

$$N = \frac{\varphi_{tot}}{\varphi_l \times n} \quad (4)$$

$$N = \frac{2745lm}{3000lm \times 1}$$

$$N = 0.92 \approx 1$$

Aproximando al valor del número de luminarias es 1, lo cual indica que en la habitación del dormitorio se instaló una luminaria de 100 lux.

### 3.3.2.2 Cálculo de iluminancia de la cocina

Para ello se calculó la altura de cavidad del ambiente, siendo las medidas de longitud igual 4 metros, 3 metros de ancho y una altura de 2.8 metros. Generando así como área de  $12m^2$ .

Para calcular el valor de la altura de cavidad del local se necesitó la siguiente fórmula:

$$hm = h - (PT + PML) \quad (1)$$

$$hm = 2.8m - (0.80m)$$

$$hm = 2m$$

Cálculo de la cavidad del ambiente K:

$$K = \frac{(l \times a)}{h(l + a)} \quad (2)$$

$$K = \frac{(4m \times 3m)}{2(4m + 3m)}$$

$$K = 0.86$$

Conociendo los valores del factor de mantenimiento y el coeficiente de utilización, se procedió a hallar el flujo de iluminación total requerida:

$$\varphi_{tot} = \frac{E_{med} \times A}{CU \times FM} \quad (3)$$

$$\varphi_{tot} = \frac{150lx \times 12}{0.47 \times 0.93}$$

$$\varphi_{tot} = 4118 \text{ lm}$$

Se obtuvo mediante los datos técnicos de la luminaria LED, el flujo lumínico, entonces gracias a ello se logró obtener el total de luminarias a instalar al ambiente mediante la siguiente fórmula:

$$N = \frac{\varphi_{tot}}{\varphi_l \times n} \quad (4)$$

$$N = \frac{4118\text{lm}}{3500\text{lm} \times 1}$$

$$N = 1.18 \approx 1$$

### Figura 28

*Detalles técnicos de luminaria de la cocina*

Emisión de luz 1					
Equipo disponible	Potencia nominal de lámpara	Flujo de lámpara	Eficiencia luminosa	CCT	CRI
1 x LED	21,5 W	3500 lm	132 lm/W	4000 K	70

	LOR: 81 %
	ULOR: 3 %
	Flujo total: 2830 lm
	Potencia total: 21,5 W

Tipo de Montaje	Eléctrico
Montaje en techo	Potencia: 21,5 W
Forma y medidas	
Altura ajustable: 535 mm	
Diámetro: 640 mm	

Nota: (luminairesdialux, 2023)

En la figura 28 se muestra la luminaria seleccionada. Aproximando al valor del número de luminarias es 1, lo cual indica que en el ambiente de la cocina solo se instaló una luminaria de 150 lux.



### 3.3.2.3 Cálculo de iluminancia de la sala

Para ello se calculó la altura de cavidad del ambiente, siendo las medidas de longitud igual 6 metros, 4 metros de ancho y una altura de 2.8 metros. Generando así como área de  $24m^2$ .

Para calcular el valor de la altura de cavidad del local se necesitó la siguiente fórmula:

$$hm = h - (PT + PML) \quad (1)$$

$$hm = 2.8m - (0.80m)$$

$$hm = 2m$$

Cálculo de la cavidad del ambiente K:

$$K = \frac{(l \times a)}{h(l + a)} \quad (2)$$

$$K = \frac{(6m \times 4m)}{2(6m + 4m)}$$

$$K = 1.2$$

Conociendo los valores del factor de mantenimiento y el coeficiente de utilización según la tabla 4, se procedió a hallar el flujo de iluminación total requerida:

$$\phi_{tot} = \frac{E_{med} \times A}{CU \times FM} \quad (3)$$

$$\phi_{tot} = \frac{200lx \times 24}{0.57 \times 0.93}$$

$$\phi_{tot} = 9055 \text{ lm}$$

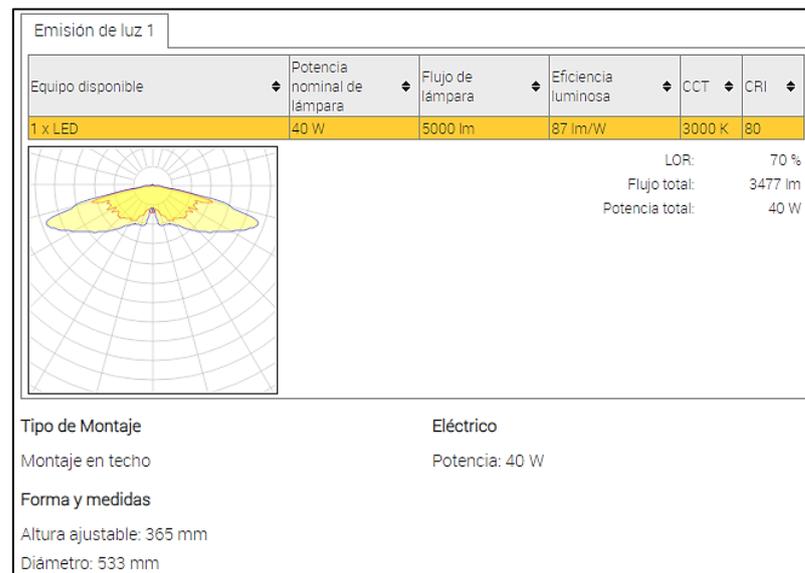
Se obtuvo mediante los datos técnicos de la luminaria LED, el flujo lumínico, entonces gracias a ello se logró obtener el total de luminarias a instalar al ambiente mediante la siguiente fórmula:

$$N = \frac{\varphi_{tot}}{\varphi_l \times n} \quad (4)$$

$$N = \frac{9055\text{lm}}{5000\text{lm} \times 1} = 1.81 \approx 2$$

### Figura 29

#### *Detalles técnicos de luminaria de la sala*



Nota: (luminairesdialux, 2023)

En la figura 29 se muestra la luminaria seleccionada. Aproximando al valor del número de luminarias es 2, lo cual indica que en el ambiente de la cocina se instaló dos luminarias de 100 lux sumados total el valor requerido de 200 lux.

### 3.3.3 Simulación en el software dialux evo

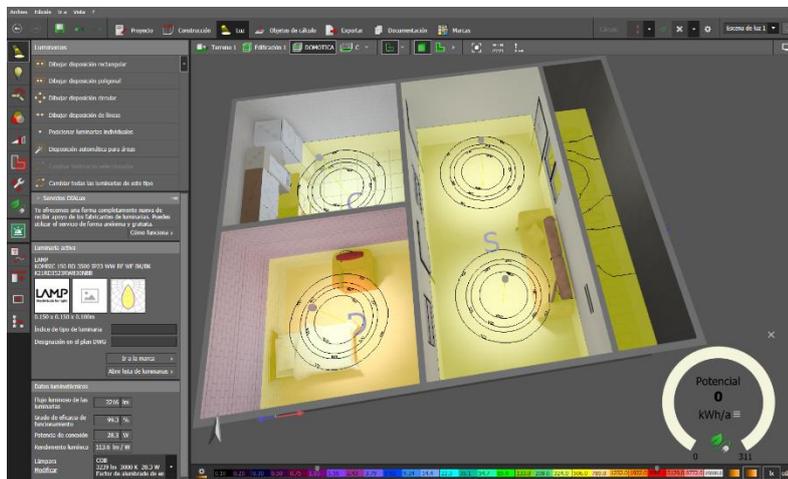
Basándose en la figura N° 24, donde se muestra el diseño de los ambientes en el programa DIALux evo, se procedió a diseñar el sistema de iluminación,

asimismo, se obtuvo los resultados de las luminarias con los cálculos matemáticos según las fórmulas establecidas.

Se eligió las luminarias correspondientes desde una página web siendo este [luminarias.dialux.com/](http://luminarias.dialux.com/), esto sirvió de gran ayuda para la elección de los focos de cada ambiente. En la figura 30 se aprecia el diseño del sistema de luminarias de la casa domótica sostenible.

### Figura 30

#### *Diseño de iluminación de la casa domótica*



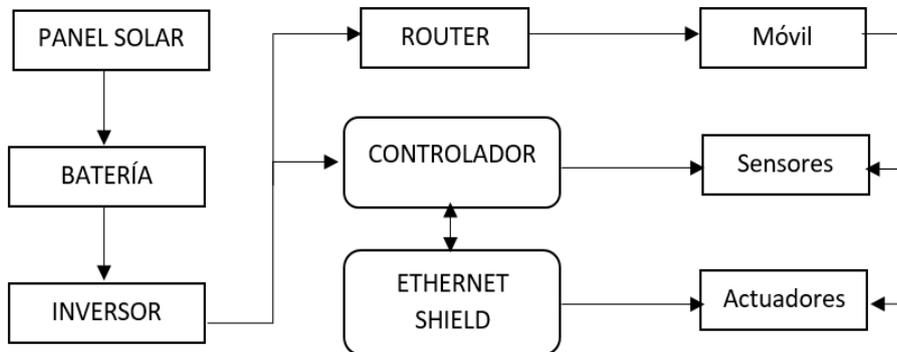
Elaboración propia

### 3.3.4 Diseño del sistema domótico

Para empezar con el diseño del sistema domótico sostenible, se graficó el diagrama de bloques, para ello se necesitó tener en conocimiento los componentes electrónicos, de esta manera implementar el prototipo y así poder controlar todos los sensores y actuadores desde el teléfono móvil mediante una red de acceso local LAN. En la figura 31 se muestra el diagrama de bloques de la casa automatizada.

**Figura 31**

*Diagrama de bloques del sistema domótico*



Elaboración propia

### 3.3.5 Implementación del sistema domótico sostenible

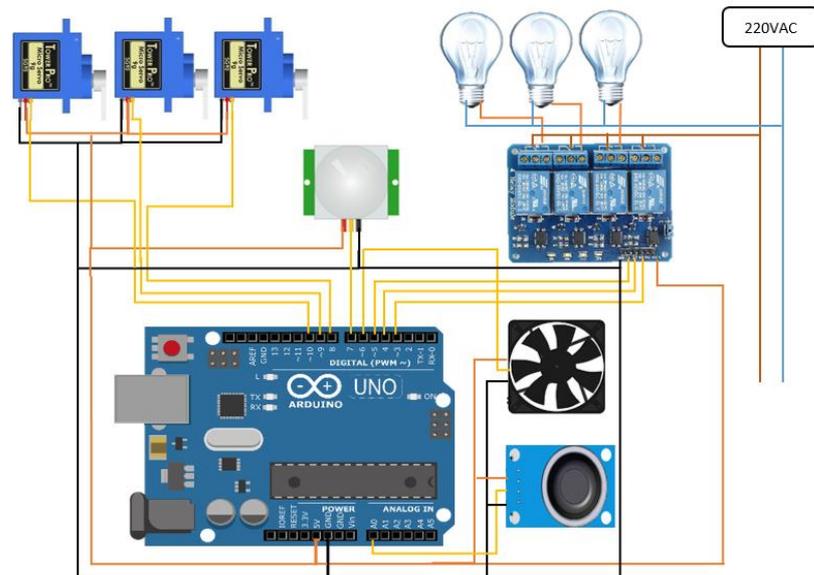
Para la implementación del prototipo se realizó un esquema físico de las conexiones con el Arduino Uno. En donde los actuadores y los sensores van directamente enlazados con el dispositivo controlador.

#### 3.3.5.1 Esquema de conexión de los dispositivos

Los dispositivos que van conectados al arduino son los actuadores como el servomotor para los accesos a los ambientes, las luminarias y ventilador para el sistema de aire acondicionado, por otro lado los sensores, como el Sensor PIR, para alarmar la presencia de una persona u objeto y el sensor de humo para la detección del incidente y así tener el control y monitoreo desde nuestro dispositivo móvil desde una red de acceso local. En la figura 32 se aprecia el esquema de conexiones de la casa automatizada.

**Figura 32**

*Esquema de conexiones de los dispositivos electrónicos*



Elaboración propia

### 3.3.5.2 Desarrollo de programación en Arduino

Para empezar con la programación de códigos en el programa arduino se requirió insertar la librería <SPI.h>, lo cual este permite el enlace entre el arduino uno y el ethernet shield, en seguida se introdujo la librería <Ethernet.h>, cuyo propósito es tener comunicación con la red LAN, después se incluyó la librería <Servo.h>, lo que permite trabajar con los servomotores.

```
#include <SPI.h> // Comunicación entre arduino y ethernet
```

```
#include <Ethernet.h> // Comunicación con la red LAN
```

```
#include <Servo.h> // Permite controlar los Servos
```

```
Servo myservo1;
```

```
Servo myservo2; // Asignación de nombres a los servos
```

```
Servo myservo3;
```

```
Servo myservo4;
```



Se incluyó la dirección de MAC (Control de Acceso Medio) ya que es un identificador único para un dispositivo, luego se le asignó la dirección IP, lo cual es importante porque gracias a esa dirección es capaz de conectarse a la red, posterior a ello se le asignó la máscara de subred por defecto.

```
byte mac[] = {0xDE, 0xAD, 0xBE, 0xEF, 0xFE, 0xED };  
byte ip[] = {192, 168, 0, 150}; // IP en la red LAN  
byte gateway[] = {192, 168, 0, 1 };  
byte subnet[] = {255, 255, 255, 0 };  
EthernetServer server(96);  
String readString;
```

En la parte de *void setup*, se generó las instrucciones de los comandos como el PinMode y el attach para llamar a los servomotores, ventilador y las luminarias.

```
pinMode (1, OUTPUT); // Iluminación  
pinMode (5, OUTPUT); // Ventilación  
myservo1.attach (6); // Servomotor  
Ethernet.begin (mac, ip);  
server.begin ();
```

Ahora en el sitio de *void loop* se creó las instrucciones de cliente – servidor, para dar respuesta a los mandos.

```
void loop(){  
EthernetClient client = server.available ();  
if (client) {  
while (client.connected()) {
```

```
if (client.available()) {  
    char c = client.read();
```

### 3.3.5.3 Programación del Servidor Web en HTML

Para el desarrollo del servidor web en el programa arduino se asignó los códigos en el lenguaje C++, el comando *client.println*, lo cual este sirvió para mostrar la interfaz en el dispositivo móvil. Mediante estos comandos se creó los botones, para exportar los parámetros a través de HTML, En la figura 33 se logra apreciar las instrucciones para crear los botones, los demás comandos se logra observar en el anexo 08.

#### Figura 33

*Comandos para crear los botones en el servidor web*

```
client.println("<a href=\\\"/?button3on\\\">Encender Dormitorio </a>");  
client.println(" | | | ");  
client.println("<a href=\\\"/?button3off\\\">Apagar Dormitorio </a><br />");  
client.println("<br />");  
  
client.println("<a href=\\\"/?button5on\\\">Encender Cocina </a>");  
client.println(" | | | ");  
client.println("<a href=\\\"/?button5off\\\">Apagar Cocina </a><br />");  
client.println("<br />");  
  
client.println("<a href=\\\"/?button2on\\\">Encender Sala </a>");  
client.println(" | | | ");  
client.println("<a href=\\\"/?button2off\\\">Apagar Sala </a><br />");  
client.println("<br />");  
  
client.println("<a href=\\\"/?button4on\\\">Encender Ventilador </a>");  
client.println(" | | | ");  
client.println("<a href=\\\"/?button4off\\\">Apagar Ventilador </a><br />");  
Elaboración propia
```

Luego se realizó las instrucciones para visualizar la interfaz de la web de los dispositivos llamados sensores analógicos, como el sensor humo MQ2 y presencia PIR HC-SR505. En la figura 34 muestra las instrucciones para mostrar la interfaz web.

### Figura 34

*Código para la interfaz de muestra en el dispositivo móvil*

```
client.println();  
client.println("<!DOCTYPE HTML>");  
client.println("<html>");  
client.println("<TITLE>Ethernet Monitor</TITLE>");  
client.println("<BODY>");  
client.println("<H1>Arduino Monitor</H1>");  
client.println("<H2>Monitorea A0-A5</H2>");  
client.println("Lectura Análoga Ethernet");  
client.println("<br />");  
client.println("<br />");
```

Elaboración propia

Se digitó los códigos para la lectura de los sensores, entre ellos los puertos de A0 y A1, como se aprecia en la siguiente línea de código, véase la figura 35.

### Figura 35

*Asignación de comandos para los sensores*

```
for (int puertoAnalogico = 0; puertoAnalogico < 5 ; puertoAnalogico++) {  
  int lecturaSensor = analogRead(puertoAnalogico); |  
  client.print("Lectura del Sensor");  
  client.print(puertoAnalogico);  
  client.print(" es ");  
  client.print(lecturaSensor/160);  
  client.println("<br />");  
}
```

Elaboración propia

Una vez culminado con la digitación de las líneas de código en el arduino se procedió a compilar, para ver los resultados en el monitor serial y en el dispositivo móvil o laptop, Para las pruebas se introdujo la dirección IP que se le asignó al arduino ethernet shield, asimismo, el ethernet va conectado con el router, ya que este ayuda a comunicarse mediante el teléfono.

### 3.3.5.4 Dimensionamiento del panel fotovoltaico

Para empezar con el dimensionamiento se requirió fundamentos básicos de diseño de paneles fotovoltaicos, es decir, se requiere manejar sutilmente el software Excel, en donde este contiene una configuración para el dimensionamiento y cálculo de potencia de cada artefacto o dispositivo electrónico.

Para realizar con el diseño se generó una tabla de consumo de energía del hogar, en donde muestra a detalle el consumo por hora y día en la tabla 6.

**Tabla 6**

*Detalles de consumo de energía de la casa domótica*

Ítem	Local	Artefacto	Total	Potencia	Horas Uso W/h	Uso Diario Wh/d
1	Dormitorio	Foco Led	1	20	5	100
2	Cocina	Foco Led	1	20	3	60
3	Sala	Foco Led	2	13	2	52
4	Puertas	Motor	3	100	1	300
5	Cocina	Ventilador	1	50	1	50
6	Sala	Sensor Humo/PIR	2	6	12	120
7	Sala	Router	1	15	24	360
<b>Total</b>						<b>1025.7</b>

Elaboración propia

Siendo el consumo total de 1025.7 Wh/d, para tener una garantía de consumo diario de la energía se le agregó un 20% de potencia, esto para evitar pérdidas de potencia. De tal forma se obtuvo el consumo real.

$$CR = CT + CT \times 20\% \quad (5)$$

$$CR = 1025.7 + 1025.7 \times 20\%$$

$$CR = 1230.1 \text{ Wh/d}$$

Donde:

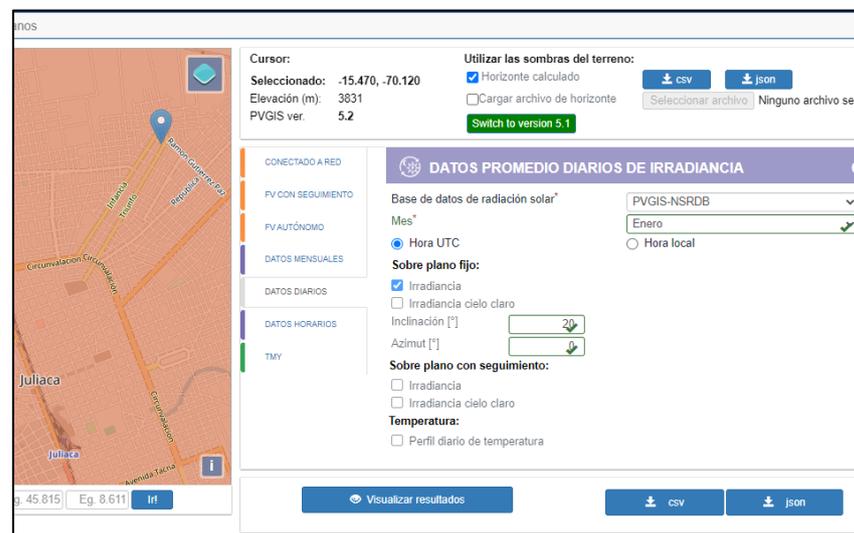
CR: Consumo real diario

CT: Consumo total diario

Para plantear la siguiente fórmula se tuvo que conocer las horas pico en sitio donde se implementó el proyecto, lo cual se usó el programa online PVGIS (Sistema de Información Geográfica Fotovoltaica), ver figura 36, de los cálculos de radiación solar en la ciudad de Juliaca.

### Figura 36

#### *Cálculo de radiación de horas pico en Juliaca*

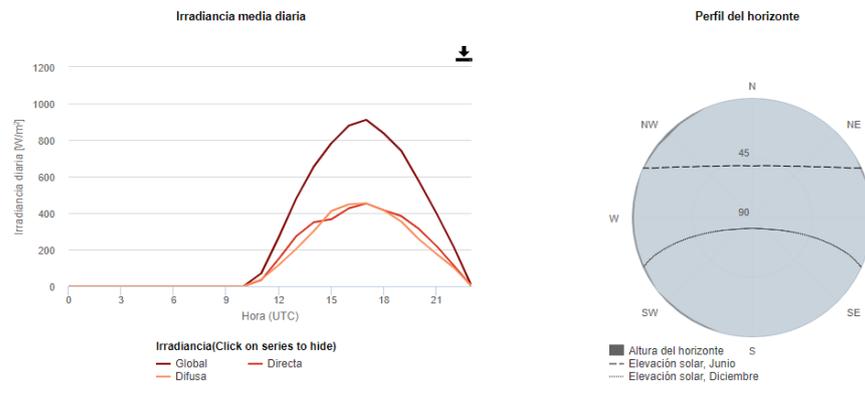


Nota: (PVGIS, 2023)

En la figura 37 se puede apreciar la curva de horas pico en el Sistema de Información Geográfica Fotovoltaica

**Figura 37**

*Cálculo de curvatura de horas pico en Juliaca*



Nota: (PVGIS, 2023)

Para resolver el cálculo de las horas pico realiza una suma de todos datos obtenidos, luego dividimos entre mil para encontrar el promedio de radiación solar de horas pico en la ciudad de Juliaca, Puno. Ver la tabla 7.

**Tabla 7**

*Promedio de radiación solar de horas pico*

<b>Latitude</b>	<b>(decimal</b>	<b>degrees):</b>	<b>15.466</b>
Longitude	(decimal	degrees):	70.118
Radiation	database:	PVGIS ERA5	
Results	for:	January	
Slope	of	plane	(deg.): 20
Azimuth	(orientation)	of	plane (deg.):
time(UTC)	G(i)	Gb(i)	Gd(i)
0:30	0	0	0
1:30	0	0	0
2:30	0	0	0
3:30	0	0	0
4:30	0	0	0
5:30	0	0	0
6:30	0	0	0
7:30	0	0	0
8:30	50.25	0	20.12
9:30	210.36	76.33	45.68
10:30	290.14	223.84	63.4
11:30	470.55	360.05	70.88



12:30	657.24	452.91	76.92	
13:30	685.42	486.22	83.27	
14:30	554.01	459.53	89.61	
15:30	474.49	376.26	93.97	
16:30	344.64	255.15	86.24	
17:30	250.42	117.04	66.97	
18:30	37.76	0.81	36.43	
19:30	0	0	0	
20:30	0	0	0	
21:30	0	0	0	
22:30	0	0	0	
23:30	0	0	0	
G(i):	Global	irradiance	on	a
Gb(i):	Direct	irradiance	on	a
Gd(i):	Diffuse	irradiance	on	a
PVGIS	(c)			2001- 2023

Nota: (PVGIS, 2023)

La suma total es de 4025, entonces se dividió entre 1000, quedando como resultado HrP igual a 4.025.

### 3.3.5.5 Cálculo del panel fotovoltaico

Se utilizó las formulas principales de consumo de potencia en horas que es equivalente Watts/horas, según (Morales & Gómez, 2022), se aplicó la siguiente fórmula:

$$WP = \frac{CR}{HrP} \quad (6)$$

$$WP = \frac{1230.1 \text{ WHr/d}}{4.025 \text{ Hrp}}$$

$$WP = 305.61 \text{ Wp}$$

Donde WP es la potencia pico, este resultado nos sirvió para hallar el número de paneles a instalar mediante la fórmula, asimismo, la potencia del panel que se eligió es de 280Watts.



$$Np = \frac{WP}{Pp} \quad (7)$$

$$Np = \frac{305.61 \text{ Wp}}{280 \text{ W}}$$

$$Np = 1.09$$

Donde  $Np$  es el número de paneles a instalar, es decir, en este proyecto de domótica se requirió un panel solar fotovoltaico.

### 3.3.5.6 Cálculo de la batería y el inversor

Para calcular el número de baterías se debió conocer el voltaje de la batería con el cual se trabajó, siendo 12V y la corriente de 200 Amp, ya que este dato ayudó para aplicar la fórmula.

$$N_{BAT} = \frac{CR}{P_{BAT}} \quad (8)$$

$$N_{BAT} = \frac{1230.1}{2400W}$$

$$N_{BAT} = 0.51$$

Donde  $N_{BAT}$  representa el número total de baterías a instalar, para tener mayor vida útil de la batería se recomienda utilizar hasta el 50%, entonces quiere decir, que al  $N_{BAT}$  se le multiplica por dos, de esta manera se obtuvo 1.03 el valor que se acerca a 1, esto indica que una batería es suficientemente apto para el buen funcionamiento de la casa domótica

Se puede apreciar el diagrama de conexiones de cableado del panel fotovoltaico, inversor, batería y los componentes electrónicos de la domótica.

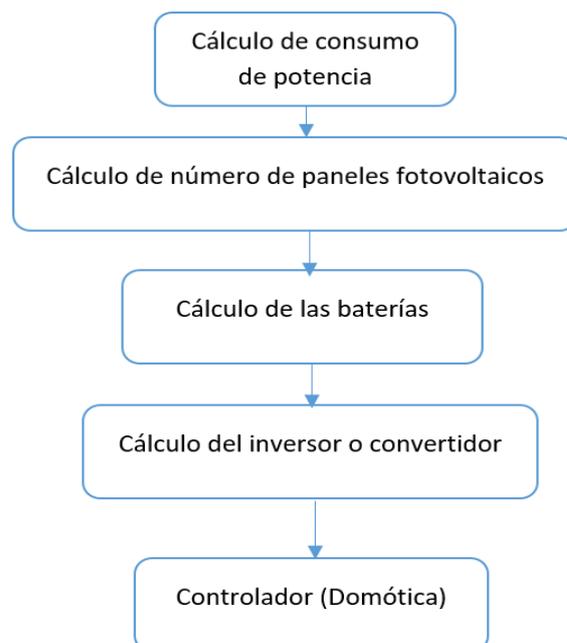
Para elegir el inversor o convertidor se necesitó tener el valor de la potencia utilizada al mismo tiempo, esto significa que si la potencia ideal o consumida total es de 1025.7 Wh/d, se requirió un inversor de 1000W, ya que todos los dispositivos no estarán encendidos simultáneamente.

### 3.3.5.7 Diagrama de bloques y esquema de conexiones

Se realizó un diagrama de bloques para facilitar la instalación y las conexiones necesarias para implementar la casa domótica sostenible, por lo cual también se realizó el esquema de conexiones de todos los dispositivos y artefactos eléctricos, desde el sistema de panel fotovoltaico hasta los actuadores y controladores. En la figura 38 apreciamos el diagrama de bloques, lo cual esto sirvió de mucha ayuda para realizar el dimensionamiento del panel solar fotovoltaico.

**Figura 38**

*Diagrama de bloques para el dimensionamiento*

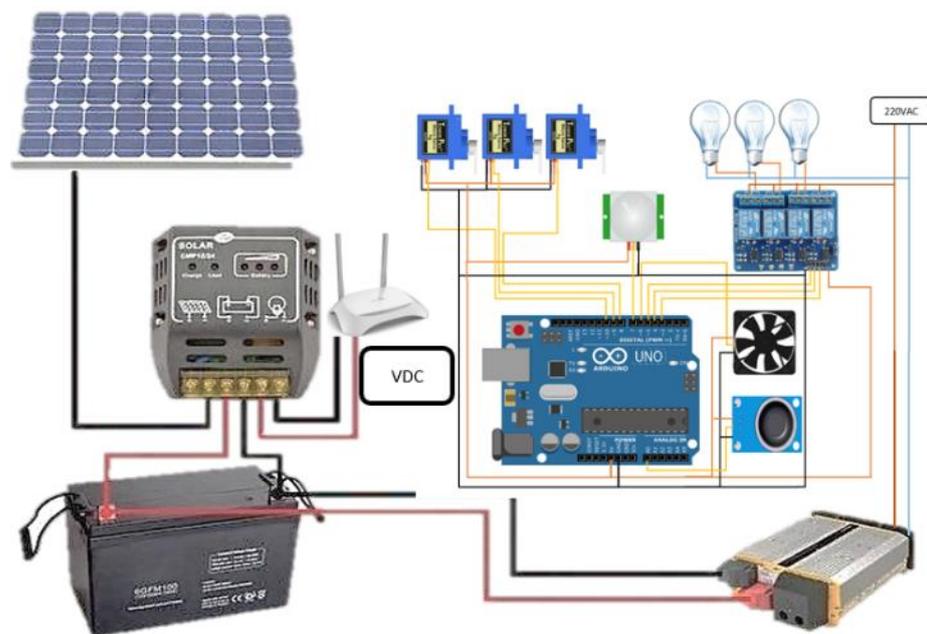


Elaboración propia

Primero se realizó el cálculo de potencia consumida de la casa, segundo se calculó mediante fórmulas el número total de paneles solares a utilizar, como tercero se calculó el número totales de baterías y por último se realizó el cálculo del inversor solar para que este pueda convertir de voltaje 12VDC a voltaje 220VAC. Véase la figura 39.

**Figura 39**

*Diagrama de conexiones de panel solar fotovoltaico*



Elaboración propia

Se realizó las conexiones entre el prototipo del sistema doméstico sostenible y la parte del sistema de panel solar fotovoltaica que comprende entre las celdas solares, batería e inversor. De esta manera dando como resultado eficaz en el funcionamiento y prueba del control y monitoreo del sistema de iluminación, acceso de puertas, ventilación, y monitoreo de sensores de humo y presencia.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1 RESULTADOS

##### 4.1.1 Obtención de datos del sistema de iluminación.

Mediante la obtención de datos del sistema de iluminación se tuvo como consecuencia las características fundamentales de los focos instalados, ya que esto determina la eficiencia de iluminancia en los ambientes, por medio de estos cálculos se logró obtener las luminarias requeridas, en seguida se muestra la tabla de cálculo de los resultados y la figura siguiente.

**Tabla 8**

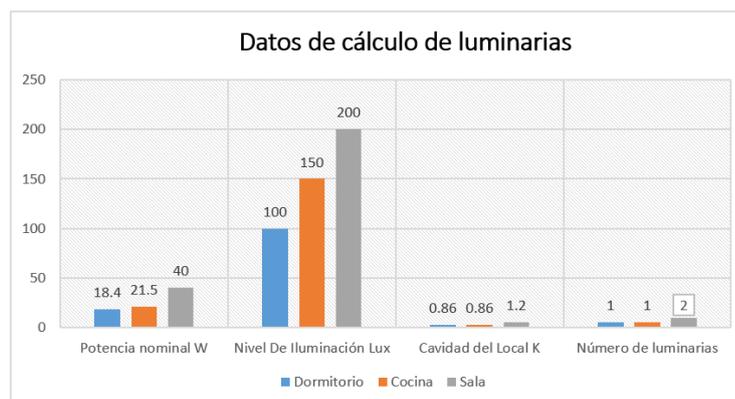
*Obtención de datos del sistema de iluminancia*

Local	Potencia nominal	Nivel Iluminación	Cavidad Local	Flujo de Iluminación	Número luminarias
Dormitorio	18.4 W	100 Lux	0.86	2745 lm	01
Cocina	21.5 W	150 Lux	0.86	4118 lm	01
Sala	40 W	200 Lux	1.2	9055 lm	02

Elaboración propia

**Figura 40**

*Gráfico de cálculo de las luminarias*



Elaboración propia

#### 4.1.2 Código de programación para dar respuesta a los comandos

Después de haber creado el código para el muestreo en la interfaz web, se procedió a digitar los comandos, es decir, se requirió que este programa realice como resultado órdenes mediante el modelo maestro – esclavo, de tal forma que al presionar un comando por medio de nuestro teléfono celular, este realice rápidamente una acción de manera eficiente. En la figura 41 se puede apreciar los mandos de acción respecto a las luminarias.

#### Figura 41

*Código de comando para las luminarias (maestro - esclavo)*

```
client.stop();

    if (readString.indexOf("?button2on") >0) {
        digitalWrite(2, HIGH);
    }
    if (readString.indexOf("?button2off") >0) {
        digitalWrite(2, LOW);
    }
    if (readString.indexOf("?button3on") >0) {
        digitalWrite(3, HIGH);
    }
    if (readString.indexOf("?button3off") >0) {
        digitalWrite(3, LOW);
    }
    if (readString.indexOf("?button4on") >0) {
        analogWrite(4, HIGH);
    }
    if (readString.indexOf("?button4off") >0) {
        analogWrite(4, LOW);
    }
}
```

Elaboración propia

Para realizar los comandos acerca de los accesos de cada ambiente de la casa domótica sostenible se digitó los códigos en el arduino, de tal manera que cada servomotor logró girar un cierto grado de giro, es importante mencionar que los grados varían según a su instalación del plano realizado del prototipo domótico. Se puede apreciar en la figura 41 la digitación de las líneas de código.

## Figura 42

### *Código de comando de los accesos de la casa domótica*

```
//Servo 1 Dormitorio
if(readString.indexOf("?on") >0)//Posición inicial
{
  myservo1.write(160);
}
if(readString.indexOf("?off") >0)//Posición final
{
  myservo1.write(55);}
//Servo 2 Cocina
if(readString.indexOf("?abrir") >0)//Posición inicial
{
  myservo2.write(10);
}
if(readString.indexOf("?cerrar") >0)//Posición final
{
  myservo2.write(110);}
//Servo 3 Sala
if(readString.indexOf("?open") >0)//Posición inicial
{
  myservo3.write(180);
}
if(readString.indexOf("?close") >0)//Posición final
{
  myservo3.write(50);}
```

Elaboración propia

### 4.1.3 Interfaz sitio web para el control y monitoreo de la casa automatizada

Para realizar la interfaz del sitio web se mostró en el desarrollo de programación en Arduino, Es importante asignar la dirección IP, ya que gracias a ello es posible ingresar mediante nuestro teléfono móvil, siendo nuestra dirección IP: 192.168.1.150. Ver figura 43.

## Figura 43

### *Código para ingresar al sitio web mediante dirección IP*

```
byte mac[] = { 0xDE, 0xAD, 0xBE, 0xEF, 0xFE, 0xED }; //physical mac address
byte ip[] = { 192, 168, 1, 150}; // ip in lan
byte gateway[] = { 192, 168, 0, 1 }; // internet access via router
byte subnet[] = { 255, 255, 255, 0 }; //subnet mask
EthernetServer server(80); //server port
String readString;
```

Elaboración propia

Una vez ya compilado todo el programa del código arduino, se procede a conectarse desde el teléfono móvil a nuestra red LAN, asignando el usuario y contraseña por primera vez, en seguida se ingresa a la plataforma de Google Chrome, donde en la URL se digita la dirección IP asignada por el usuario.

En la figura 44 se muestra el interfaz completo en el teléfono móvil, también se puede apreciar desde cualquier dispositivo, ya sea Tablet o laptop.

### Figura 44

*Interfaz para el control y monitoreo de la casa domótica*



Elaboración propia

Cada botón que se logra apreciar tiene una función específica, ya que está programado para cumplir su propósito, ya sea tener el control de iluminación, los accesos de puertas para cada ambiente, encender el ventilador, y monitorear los sensores de humo y presencia, esto ayuda a tener la seguridad, facilidad y confort de una vivienda.

#### 4.1.4 Obtención de datos del dimensionamiento de panel fotovoltaico

Para obtener los datos del dimensionamiento se realizó los cálculos matemáticos en el programa Excel, ya que esto ayuda a tener todos los datos que se obtiene a medida que se va calculando, primero se debe tener en cuenta el consumo total requerido de todos los artefactos electrónicos y/o eléctricos. En la siguiente tabla se aprecia los datos de consumo de energía eléctrica.

**Tabla 9**

*Obtención de datos del consumo de energía*

<b>Datos generales del consumo de energía</b>		
Consumo Día	1025.7	W/d
Consumo Real Día	1230.1	W/d
Consumo Potencia Pico	0.30561	KWp
Horas Pico	4.025	KWh/d
Rendimiento	86	%
Potencia Panel 12v	280	W
Potencia Panel 24v	300	W
DOD %	0.55	%
Capacidad Bruta	2236.55	2236.55
Sistema A 12v	1.09	01 panel
Batería 12v	186.38	200AH
Sistema A 24v	1.02	01 panel
24v	93.19	100AH
Potencia Batería	2400	W
Numero De Baterías	0.51	01
Vida Útil Batería 50%	1.03	01 Batería
Inversor solar	1000	W

Elaboración propia

Como resultado se tiene que solo se necesitó un panel solar fotovoltaico de 280 Watts de un sistema de 12 Voltios, una batería de 200 Amperios de salida de voltaje 12 Voltios, Asimismo, se requirió un inversor solar de potencia de 1000 Watts como mínimo, ya que el consumo diario es de 1025.7 W/d.

#### 4.1.5 Pruebas de accionamiento del prototipo de la casa domótica sostenible

Se realizó las pruebas de cada escenario, tratándose de los accionamientos que son básicamente actuadores y sensores. En los actuadores se encuentran los sistemas de iluminación, los accesos y ventilación que son los focos y las puertas de cada ambiente, en seguida se tiene el monitoreo de los sensores de presencia y de humo. En las siguientes figuras se puede apreciar los resultados de cada accionamiento del prototipo sistema domótico sostenible.

- a) Prueba de mando de iluminación del dormitorio (Encender – Apagar).

#### Figura 45

*Prueba de mando del sistema de iluminación del dormitorio*



Elaboración Propia

b) Prueba de mando de acceso al dormitorio (Abrir – Cerrar).

**Figura 46**

*Prueba de mando del sistema de acceso del dormitorio*



Elaboración propia

c) Prueba de mando de iluminación de la cocina (Encender – Apagar).

**Figura 47**

*Prueba de mando del sistema de iluminación de la cocina*



Elaboración propia

d) Prueba de mando de acceso a la cocina (Abrir – Cerrar).

**Figura 48**

*Prueba de acceso del sistema de acceso de la cocina*



Elaboración propia

e) Prueba de mando de iluminación de la sala (Encender – Apagar).

**Figura 49**

*Prueba de mando del sistema de iluminación de la sala.*



Elaboración propia

f) Prueba de accionamiento de acceso a la sala (Abrir – Cerrar).

**Figura 50**

*Prueba de mando del sistema de acceso de la sala*

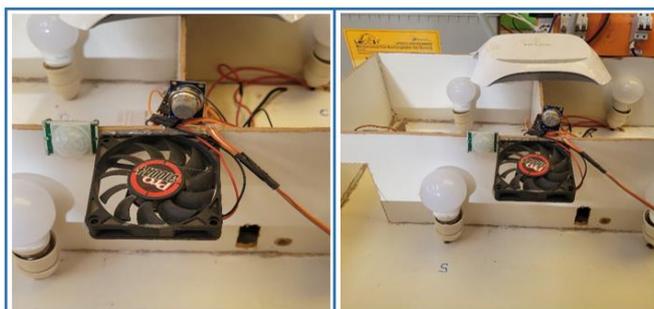


Elaboración propia

g) Prueba de accionamiento del ventilador (Encender – Apagar).

**Figura 51**

*Prueba de accionamiento del sistema de ventilación.*

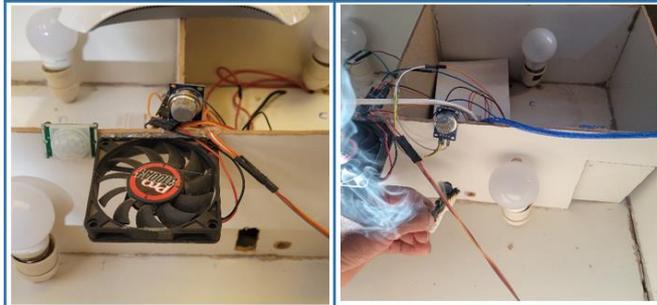


Elaboración propia

h) Prueba de monitoreo del sensor de Humo.

**Figura 52**

*Prueba de accionamiento del sensor de Humo*

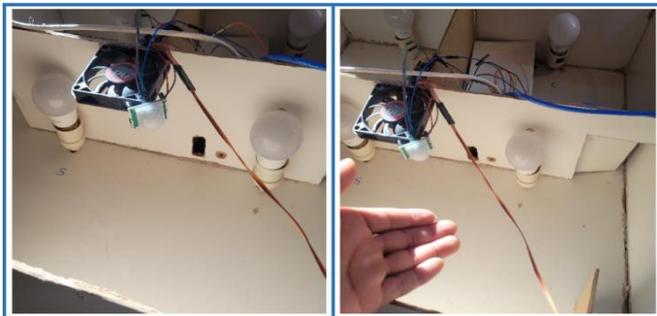


Elaboración propia

i) Prueba de monitoreo del sensor de Presencia.

**Figura 53**

*Prueba de accionamiento del sensor PIR*



Elaboración propia

j) Respuesta de los sensores de humo y de presencia.

**Figura 54**

*Prueba de respuesta de los sensores humo y presencia*

## CONTROL DE MONITOREO

Lectura del sensor 1 Y 2

Lectura del Sensor1 es 1  
Lectura del Sensor2 es 1

**SEÑAL 1 MANDA ALERTA**

Elaboración propia

#### 4.1.6 ¿Cómo se pretende tener control y seguridad en un sistema domótico basado en la tecnología IoT?

El Internet de las Cosas abarca un campo inmenso en la tecnología, por lo que en este proyecto de prototipo de sistema domótico se logró tener el control y monitoreo mediante una red de acceso local por medio de un dispositivo móvil, ingresando a una dirección IP 192.168.1.50. Se puede apreciar en la siguiente tabla el resumen total del consumo de las luminarias de la casa domótica.

**Tabla 10**

*Resumen del consumo de energía respecto a las luminarias*

<b>Sistema de Instalación</b>	<b>Consumo W/h</b>	<b>Tiempo Horas</b>	<b>Consumo KW/mes</b>	<b>Porcentaje</b>
Normal	18.4 - 21.5 - 40	09 - 05 - 07	16.605	100 %
Domótica	18.4 - 21.5 - 40	05 - 03 - 04	9.495	43 %

Elaboración propia

Las pruebas realizadas se hizo durante una semana, para poder encontrar error de estabilización de la casa domótica, lo cual no se llegó a reflejar los errores, por otro lado, gracias a la instalación de la domótica en el sistema de iluminación, se logra conseguir el ahorro energético en un 43%, siendo este más eficiente.

#### 4.1.7 ¿Cómo beneficia el diseño e implementación de la tecnología de la energía fotovoltaica para un sistema domótico?

El panel o celdas fotovoltaicas son utilizados para reemplazar a la energía eléctrica convencional, este con el fin de garantizar una mejor opción en el campo del avance en la tecnología, asimismo, aprovechar la energía ecológica del sol, ya que es una energía limpia que brinda soluciones energéticas.



En el diseño e implementación del panel solar fotovoltaico influye directamente al sistema domótico sostenible base en el internet de las cosas, ya que en este proyecto se realizó todos los cálculos matemáticos y dimensionamientos del panel solar para su uso correcto respecto a las baterías e inversor solar. De la misma manera se realizó las pruebas durante una semana, lo cual refleja que cumple con los estándares de optimización, ya que se realizó previos cálculos matemáticos para determinar los datos correctos para su aplicación.

## 4.2 DISCUSIÓN

Siendo nuestro objetivo principal diseñar e implementar el prototipo de un sistema domótico sostenible, se logra llegar a la hipótesis planteada, ya que utilizando la tecnología del Internet de las cosas se llega a tener el control y monitoreo de los actuadores y sensores, a través desde un teléfono móvil de una red de acceso local. Por otro lado Ramos (2019) y Mamani (2019) ambos afirman que la domótica es una disciplina que mejora la calidad de vida de las personas y proporciona confort dentro y fuera de sus viviendas, por medio de la tecnología, mediante las conexiones de un servicio en Arduino con Ethernet Shield, también señala en su objetivo que es implementar la domótica que se basa en tener diferentes tipos de sensores, interruptores de pared inteligente, sistema de video vigilancia, para estar más seguros cuando en el hogar se deja solo por mucho tiempo, como también controlar nuestro hogar mediante nuestro teléfono móvil fuera o dentro del hogar. Siendo así que llegamos a concordar con nuestros objetivos de nuestra investigación.



El uso de los dispositivos de sensores contribuye de forma exponencial para la seguridad del hogar, teniendo así la confianza y tranquilidad de quedarse en casa sin preocupaciones, De tal forma, Morales (2011), Cupuerán y Ortiz (2015) y Custodio y Cajo (2016) menciona que los casos de robos en residencias han experimentado un aumento significativo en los últimos años; los hogares fueron víctimas de algún tipo de delito a nivel urbano a nivel nacional, como lo indica el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). Con la implementación del proyecto se llegó a mejorar la seguridad y calidad de vida de las personas, tanto en términos de seguridad, comodidad, ahorro energético y facilidades de comunicación, lo cual, las problemáticas son similares, dando soluciones semejantes a nuestra investigación.

Según a los resultados de la investigación propuesta se llega a determinar que las fórmulas matemáticas de cálculo y dimensionamiento del sistema de iluminación y panel fotovoltaico utilizando softwares como el Dialux Evo y Excel aportarán significativamente en los futuros proyectos ya sea según su aplicación. En el caso de Calvo (2014), Paz (2020) y Lopez (2003) llegan a acuerdos semejantes y coherentes señalando que se logró conseguir un mejor uso de la energía, brindando soluciones de control del sistema de iluminación que permiten el encendido/apagado automático y/o manual. Por lo que nuestra investigación se acerca a las acciones que se realizan en la casa domótica.

La utilización de los paneles fotovoltaicos es de mucha importancia en su aplicación, lo cual, ayuda a obtener el ahorro del consumo de energética, además, La utilización del panel solar monocristalino contribuye directamente al medio ambiente reduciendo la contaminación ambiental.



Del mismo modo en su investigación de Choque (2017) y Flores (2018) indican que se realizó los cálculos técnicos y económicos para tener el mayor ahorro energético. Teniendo en cuenta como objetivo principal el cuidado del medio ambiente con energía ecológica, siendo nuestra investigación que muestra datos similares y coherentes.

Asimismo, Chávez (2020) menciona que usó la metodología de investigación del tipo analítico descriptiva, ya que se describe todo el procedimiento de los cálculos correspondientes para determinar la cantidad de uso de los paneles solares, Ruelas (2024) utilizó el método del tipo experimental, ya que este dependió de un sistema físico, del tal forma que en nuestra investigación se usó métodos similares en cuanto al tipo descriptivo y experimental, esto indica que se realizó los calculo semejantes para nuestra casa domótica sostenible.

En nuestra investigación se determina la eficiencia para una mejor gestión del control y monitoreo del sistema domótico, lo cual se logra realizando comparaciones respecto a otros proyectos. Párraga (2020) y Arenas (2013) en sus investigaciones señalan que lograr obtener eficiencia tanto en el control, seguridad y ahorro del consumo de energía eléctrica. Sus celdas fotovoltaicas ofrecen una eficiencia de 15% y las menos costosas ofrecen una eficiencia entre el 10% a 12%, siendo el inversor que se utilizó tiene una eficiencia del 70%. Para Lopez, (2020) La instalación del sistema domótico refleja un ahorro del 20.6%. En nuestro proyecto respecto al panel fotovoltaico tiene una eficiencia de 17.16% y nuestro inversor solar consta de una eficiencia del 93%, siendo nuestro proyecto un 12,1% más eficiente a anteriores investigaciones.



## V. CONCLUSIÓN

- PRIMERA:** Se diseñó e implementó el prototipo de sistema domótico sostenible utilizando las tecnologías del internet de las cosas y la energía fotovoltaica, llegándose así a la hipótesis general, ya que el sistema domótico influye directamente en la eficiencia para una mejor gestión del control y monitoreo del hogar.
- SEGUNDA:** Se diseñó e implementó el sistema de iluminación y acceso de puertas realizando los cálculos matemáticos con la ayuda del software DialuxEvo, ya que según la Norma Técnica EM.10 Instalaciones Eléctricas de Interiores de Reglamento Nacional de Edificación – Perú, asigna requisitos mínimos de rango de iluminación, siendo para el dormitorio la potencia nominal de 18.4W, la cocina de 21.5W y la sala de 40W.
- TERCERA:** Se logró implementar los sensores en la casa domótica sostenible, así obteniendo la eficiencia del sistema de seguridad, de esta manera obteniendo la tranquilidad de los usuarios del hogar en un porcentaje del 90%.
- CUARTA:** Se logró realizar el dimensionamiento del panel fotovoltaico, según los cálculos de consumo diario del hogar siendo de 1025.7W/d y el consumo real diario de 1230.1W/d, asimismo, se obtuvo una batería de 12V - 200Amp y un panel solar de 12V – 280W. Con la implementación del sistema panel fotovoltaico se logra aprovechar la energía ecológica del sol, de esta manera contribuye directamente con el medio ambiente, garantizando la reducción del consumo de energía eléctrica.



## VI. RECOMENDACIONES

- PRIMERA:** Se recomienda realizar con frecuencia este tipo de proyectos, ya que es de suma importancia aquí dentro de nuestra región o País, ya que como sistema domótico sostenible con tecnología arduino y del internet de las cosas tiene bajo costo en su implementación, por lo que esto contribuye eficientemente a la tecnología en tanto comodidad, confort y seguridad en el hogar.
- SEGUNDA:** Se recomienda realizar los cálculos matemáticos cuidadosamente, debido a que si se comete un error, podría no trabajar correctamente los dispositivos utilizados, tanto como los actuadores y/o sensores, en ese sentido también realizar de forma correcta el dimensionamiento de los paneles fotovoltaicos, ya que se puede llegar a perder la vida útil de la batería.
- TERCERA:** Se recomienda realizar la elección correcta del microcontrolador, puede suscitarse inconvenientes en el momento de ejecutar un mando a distancia, ya que al inicio se usó el arduino uno y se tuvo inconvenientes con la conexión con los dispositivos, puesto que indicaba advertencia como memoria llena. Luego de elegir el arduino mega, se logró tener la estabilidad de comunicación.
- CUARTA:** Es recomendable utilizar los paneles fotovoltaicos para todo tipo de proyectos en relación a tecnología, puesto que este abarca un campo muy amplio en las energías renovables, de manera que contribuye directamente con el medio ambiente.



## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alban, G. P., Arguello, E. V. (2020). *Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas, y de investigación-acción)*.
- Alonso, J. A. (2022). *Conceptos sobre baterías solares*. Recuperado de: <https://www.sfe-solar.com/noticias/articulos/equipos-fotovoltaicos-baterias-solares-parte-iii/>.
- Andalucía. (2018). *Temas para la educación IP*. Recuperado de: <https://www.feandalucia.ccoo.es/docuipdf.aspx?d=7257&s=>.
- Apcho, S. S. (2019). *Diseño del Sistema de Iluminación para la obtención de certificación LED del edificio Plaza República 2*. (Tesis pregrado) Universidad tecnológica del Perú. Lima Perú 2019. Recuperado de: [https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/2619/Sandra%20Apcho\\_Trabajo%20de%20Suficiencia%20Profesional\\_Titulo%20Profesional\\_2019.pdf?sequence=1&isAllowe](https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/2619/Sandra%20Apcho_Trabajo%20de%20Suficiencia%20Profesional_Titulo%20Profesional_2019.pdf?sequence=1&isAllowe)
- Arduino. (2018). *What is Arduino?* <https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction>.
- Areatecnologia. (s. f.). *Servomotor Funcionamiento y Tipos de Servomotores*. Recuperado de: [https://www.areatecnologia.com/electricidad/servomotor.html#Tipos\\_de\\_Servomotores](https://www.areatecnologia.com/electricidad/servomotor.html#Tipos_de_Servomotores).
- Arenas, L. A. (2013). *Generación de Energía Eléctrica Fotovoltaica como Alternativa para Suministro Residencial* (Tesis pregrado). Universidad Veracruzana. México.
- Barrio, M. (2018). *Internet de las Cosas*. Recuperado de: [https://www.moisesbarrio.es/libro/internet-de-las-cosas-iot-3-edicion\\_97884290](https://www.moisesbarrio.es/libro/internet-de-las-cosas-iot-3-edicion_97884290)
- Calvo, F. J. (2014). *Análisis y Diseño de una Red Domótica para Viviendas Sociales* (tesis pregrado) Universidad Nacional del Altiplano, Puno Perú. Recuperado de: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2014/bmfcic169a/doc/bmfcic169a.pdf>
- Campbell, S. (2021). How to install and configure the arduino IDE. <https://www.circuitbasics.com/how-to-install-and-configure-the-arduino-ide/>



- Carbo, C. O. (2018). *Sistema de Vigilancia Automatizada para el Control de Emergencias Domesticas en los Hogares del Cantón Babahoyo* (Tesis pregrado) Universidad Técnica de Babahoyo. <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/3660>
- Casadomo. (2018). *Todo sobre edificios inteligentes*. Recuperado de: <https://www.casadomo.com/seguridad>
- Castro, M., y Posligua, N. (2015). *Diseño de iluminación con luminarias tipo led basado en el concepto eficiencia energética y confort visual, implementación de estructura para pruebas*. (Tesis Pregrado) Universidad Politécnica Salesiana, Guayaquil, México.
- CEDOM y IDAE. (2008) *¿Cómo ahorrar energía instalando domótica en su vivienda?*
- Chávez, V. (2020). *Diseño implementación y análisis económico de un sistema fotovoltaico conectado a la red SFCR de 3KW con convertidores CC/CC Analizado en la condiciones geográficas y climatológicas de la ciudad de Juliaca* (Tesis pregrado). Universidad Nacional de Juliaca, Puno, Perú.
- Choque, R. (2017) *Aprovechamiento Del Potencial Energético Renovable Para La Generación De Energía Eléctrica En Challapalca-Puno 2014*. Recuperado de: <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/5300>
- Cupuerán, M. A., y Ortiz, J. R. (2015). *Diseño e Implementación del Sistema Inmótico en el Edificio de Educación Técnica del Norte. Ibarra, Ecuador*. Recuperado de: <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/5019>
- Custodio, E., y Cajo, W. (2016). *Simulación e instalación domótica en casas para el control de seguridad e iluminación*. (Tesis pregrado) Universidad Ricardo Palma. Lima, Perú.
- Delgado, C. (2015). *Diseño y Desarrollo de sitios WEB*. Recuperado de: [https://upanama.educativa.org/archivos/repositorio/600/6126/html/3\\_qu\\_es\\_html](https://upanama.educativa.org/archivos/repositorio/600/6126/html/3_qu_es_html)
- Dhaker, P. (2018). *Introduction to SPI Interface. Analog Dialogue*. Recuperado de: <https://www.analog.com/media/en/analog-dialogue/volume-52/number-3/introduction-to-spi-interface.pdf>



- DIALux. (2020). *Download DIALux lighting design software for free*. Recuperado de:  
<https://www.dialux.com/en-GB/download>
- Educate507. (2018). *Curso: Diseño y publicación de sitios web*. Recuperado de:  
<https://www.educate507.com/cursos/disenoy-desarrollo-de-paginas-web/lecciones/introduccion-disenoy-publicacion-de-sitios-web/>
- Endesa. (2022). *La domótica y el ahorro de energía*. Recuperado de:  
<https://www.endesa.com/es/blog/blog-de-endesa/consejos-de-ahorro/domotica-ahorro-energia>
- Enríquez, R. (2009). *Guía de Usuario de Arduino*. (Libro) Universidad de Córdoba.
- Flores, J. A. (2018). *Método para la mejora del suministro sostenible de energía eléctrica renovable con celdas fotovoltaicas en las zonas rurales de la región Arequipa*.
- GoogleMaps. (2023). *Ubicación Geográfica de Juliaca*. Recuperado de:  
<https://www.google.com/maps/place/15%C2%B027'59.0%22S+70%C2%B007'05.9%22W/@-15.4701319,-70.1260603,3453m/data=!3m1!1e3!4m4!3m3!8m2!3d-15.4663889!4d-70.1183056?authuser=0&entry=ttu>
- Gortáez, B. (2020). *Los mejores tips para generar un raytrace en DIALux*.  
<https://lightroom.lighting/raytrace-dialux/>
- Haris, A. (2016). *Pemantau isi kulkas menggunakan ethernet shield r3 Berbasis arduino uno r3*. 390-392.
- Hartono, R., Hendri, A., y Ritzka. (2020). *Sistem Perancangan Audio Smart Room Menggunakan Arduino Ethernet Shield R3 Berbasis TCP/IP*. Jurnal Inovatif: Inovasi Teknologi Informasi dan Informatika. <https://doi.org/10.32832/inovatif.v3i1.4066>
- Hinostroza, M. C. (2017). *Aplicación del Software Dialux para obtener Iluminación Eficiente en el Centro Comercial Minka de Santiago de Surco*. Recuperado de:  
<http://repositorio.untels.edu.pe/jspui/handle/123456789/560>
- Hogartec, (2015). *Sistemas domóticos centralizados, descentralizados y distribuidos*.  
<https://hogartec.es/hogartec2/sistemas-domoticos-centralizados-descentralizados-y-distribuidos/>



- Hubbard, J. R. (2021). *Theory and Problems of Programming with C++*. Second edition.
- Huidobro, J. M. (2007). *La Domótica como Solución del Futuro*. <https://libros.ep-electropc.com/2018/06/la-domotica-como-solucion-de-futuro.html>
- Instituto de la Construcción y Gerencia. (2019). *Norma Técnica EM.10 Instalaciones Eléctricas Interiores de Reglamento Nacional de Edificaciones*. [https://cdn-web.construccion.org/normas/rne2012/rne2006/files/titulo3/04\\_EM/2019\\_EM010\\_RM-083-2019-VIVIENDA.pdf](https://cdn-web.construccion.org/normas/rne2012/rne2006/files/titulo3/04_EM/2019_EM010_RM-083-2019-VIVIENDA.pdf)
- INEI y MININTER. (2018). No 092 – 04 junio 2018, pp. 29–31. Retrieved from <https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/noticias/nota-de-prensa-no-092-2018-inei.pdf>
- Kjuradoe. (2013). *La arquitectura*. Recuperado de: <https://domoticacesmag.wordpress.com/2013/10/15/la-arquitectura/>
- Knapp, M. (2017). *HTML and CSS Learn the fundamentals in 7 days*.
- Lamparadirecta. (2023) *¿Qué son los Lumen y los Lux?*. Recuperado de: <https://www.lamparadirecta.es/blog/lumen-y-lux>
- Leyva, E. M. (2018). *Solución Domótica utilizando IoT y Arduino para mejorar el control de accesos de seguridad en la Urb. Covicorti, Trujillo—2018*. Universidad Cesar Vallejo, 130.
- Lopez, N. (2020). *Diseño de un sistema domótico de forma inalámbrica y manejable para el ahorro de Energía en una vivienda unifamiliar mediante un servidor web con una Raspberry pi*. <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/14534>
- Luminairesdialux. (2023). *Hoja de datos de la luminaria en DIALux*. [https://luminaires.dialux.com/es/50/50/search/list/query/ja6Ba29ja4ja5ja67ja113?61=45\\_;&ft=philips;](https://luminaires.dialux.com/es/50/50/search/list/query/ja6Ba29ja4ja5ja67ja113?61=45_;&ft=philips;)
- Mamani, A. M. (2019). *Desarrollo de un sistema domótico controlado mediante dispositivos móviles para la vigilancia remota de viviendas familiares. 1-83*.



- Mejía, L. C. (2016). *Sistema De Integración De Dispositivos Electrónicos Automatizados Con Android Y Arduino a Través De Bluetooth*. Universidad Católica De Santa María, 16-90.
- Microcontroladores. (2022). *Microcontroladores*. Recuperado de: <https://microcontroladores.com/arduino-uno/>
- Montoya, C. (2011). *Energía solar fotovoltaica*. 2010-2011.
- Morales, A. J., y Gómez, D. (2022). *Dimensionamiento e Implementación de Paneles Fotovoltaicos Aplicados al Área Residencial de un Sector Costero de la Provincia de Guayas, Ecuador*. (Tesis pregrado) Universidad Politécnica Salesiana. Guayaquil, Ecuador, 2022.
- Morales, G. (2011). *La domótica como herramienta para un mejor confort, seguridad y ahorro energético*. *Ciencia e Ingeniería*, 32(1), 39-42.
- Olano, R. J., y Olano, W. I. (2020). *Análisis de consumo de energía eléctrica al implementar luminarias led mediante el software DIALux*, en cinco viviendas del departamento de Cajamarca, Cajamarca, Perú, 2020.
- Paz, M. A. (2020). *Analizar la domótica y su influencia en la comodidad de los hogares Arequipeños* (Tesis pregrado). Universidad Continental. Arequipa, Perú.
- Párraga, A. P. (2020). *Análisis de la Viabilidad de la Implementación de un Sistema Fotovoltaico en una Vivienda Rural en Cusco* (Tesis pregrado), Pontificia Universidad Católica del Perú. Recuperado de: <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/18209/P%C3%81RRAG>
- Peña, C. (2020). *Arduino IDE: Configuración y uso*. En Revista Aranzadi de derecho y nuevas tecnologías. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, six edition, 2017.
- PVGIS. (2023). *Sistema de Información Geográfica Fotovoltaica* (Software). [https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg\\_tools/es/](https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/es/)
- Ramos, R. A. (2019). *La Aplicación De La Domótica Y La Eficiencia De Las Construcciones Multifamiliares Modernas*. 80.



- Rassokhin, D. (2020). *The C++ programming language in cheminformatics and computational chemistry. Journal of Cheminformatics.* Recuperado de: <https://doi.org/10.1186/s13321-020-0415-y>
- Ravoof, S. (2021). *La Mejor Forma de Aprender HTML Gratis.* Recuperado de: <https://kinsta.com/es/blog/aprender-html/>
- Robots. (2020). *Módulos de relé y Arduino: Domótica I.* Recuperado de: <https://robots-argentina.com.ar/didactica/modulos-de-rele-y-arduino-domotica-1/>
- Rodriguez, J. A., y Llano, C. A. (2012). *Guía para el diseño de instalaciones de iluminación interior utilizando DIALux.* Recuperado de: <https://repositorio.utp.edu.co/items/84c26dec-2e6d-4ea0-b1e4-89b5f23543d6>
- Rodriguez, y P. (2017). *Sistema inmótico y ahorro de energía lumínica para las aulas de la facultad de ingeniería de la Universidad Ricardo Palma.* Universidad Ricardo Palma. <http://repositorio.urp.edu.pe/handle/urp/1040>
- Rosas, C. (2021). *Sostenibilidad energética genera ahorros, reducción de emisiones y seguridad a edificios, viviendas y ciudades con sistemas inteligentes y de automatización.*
- Ruelas, J. E. (2024). *Diseño e Implementación de un Sistema Automatizado Aplicando Pilares Domóticos Mediante el Estándar Zigbee y la Tecnología de Asistente de Voz para una Vivienda Unifamiliar en la Ciudad de Puno, (Tesis pregrado).* Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú. Recuperado de: [http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14082/21858/Ruelas\\_Inchu%c3%b1a\\_Johan\\_Eduardo.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14082/21858/Ruelas_Inchu%c3%b1a_Johan_Eduardo.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Ruíz, A. (2014). *Redes LAN.* [https://www.academia.edu/36074152/Redes\\_LAN](https://www.academia.edu/36074152/Redes_LAN)
- Ruiz, J. M. (2015). *Arduino más Ethernet Shield.* Recuperado de: <http://arduino.cc/en/Main/ArduinoEthernetShield>
- Sala, G. (2008). *Energía solar fotovoltaica. Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación Grupo de Nuevas Actividades Profesionales.*
- Salazar, J., & Silvestre, S. (2017). *Internet de las Cosas en Seguridad En Internet De Las Cosas (Vol. 37).*



- Sancllemente, O. (2016). *Casa domótica con Arduino*. Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño, 2016.
- Swami, V., y Patel, M. (2016). “*Solar Photovoltaic System*”. Maharshi Arvind College of Engineering and Research Center. Recuperado de: <https://pdfslide.fr/business/solar-photovoltaic-system-590cba0aca5cd.html>.
- TechnoSun. (2020) *¿Qué es un regulador de carga para panel solar y cómo elegir el adecuado?* Recuperado de: <https://www.technosun.com/es/blog/que-es-regulador-carga-panel-solar-como-elegir-adecuado/>
- Toranzo, F. R., y Rivas, J. A. R. (2018). *Redes De Área Local*. Recuperado de: <https://www.lawebdelprogramador.com/pdf/9375-Redes-de-area-local.html>
- Tplink. (2021) *¿Qué es la función TP-Link Smart Connect y cómo habilitarla?* <https://www.tp-link.com/ar/support/faq/2595/#:~:text=TP-Link Smart Connect>
- Valdés, F. E., y Pallás, R. (2007). *Microcontroladores Fundamentos y Aplicaciones con PIC*. Fernando Valdés, Ramón Pallás Areny—Google Libros.
- Vasconcelos, P. G., y Aguirre, M. O. (2017). *Photovoltaic solar energy: Conceptual framework*. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.02.081>
- Wilke, M. (2019). *Dirección IP ¿Para qué sirve y cómo funciona?* <https://www.hostgator.mx/blog/que-es-una-direccion-ip/>
- Zheng, L. P. (2017). *Diseño e implementación de una Red LAN para la Empresa Palinda*. 71.

## ANEXOS

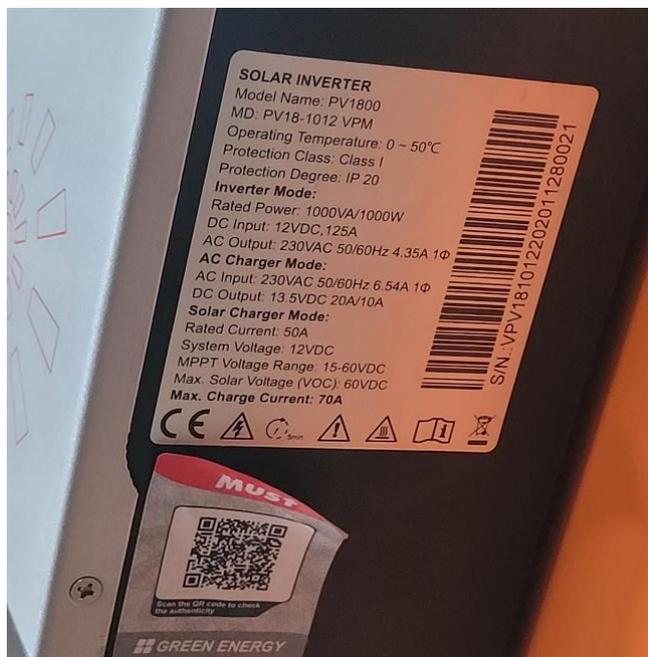
### ANEXO 1. Prototipo de sistema domótico sostenible



## ANEXO 2. Dispositivo del Inversor Solar de 1000W



## ANEXO 3. Características del inversor solar



#### ANEXO 4. Características principales del panel solar fotovoltaico

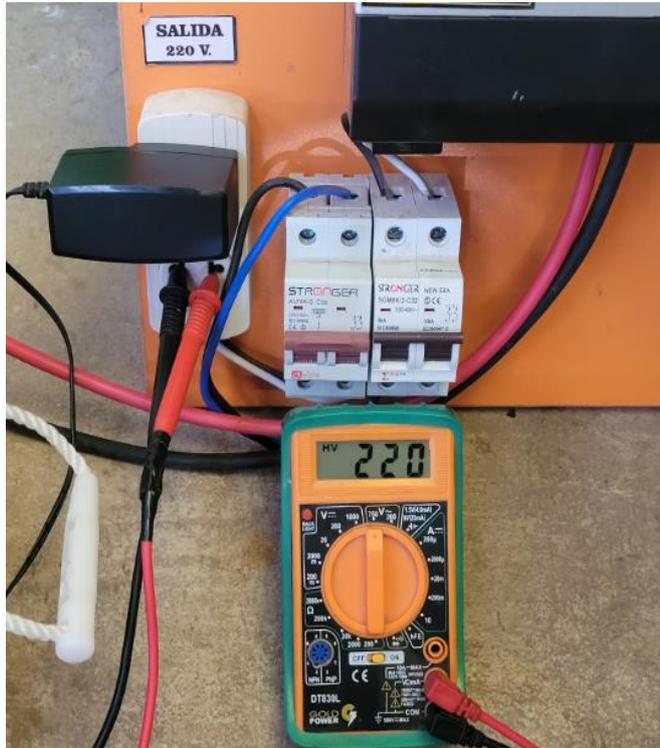
Item No.	TEC M6U(60)-280
TYPE	Mono
Peak Power(Pmax)	280W
Peak Circuit Voltage(Voc)	38.60V
Max. Power Voltage(Vmp)	31.80V
Short Circuit Current(Isc)	9.30A
Max.power Current(Imp)	8.80A
Power Tolerance Range	±5%
Maximum System Voltage	1000V
Temperature Range	-40~+80°C
Standard Testing Condition	AM1.5,1000W/m <sup>2</sup> ,25°C

⚠ WARNING-ELECTRICAL SHOCK HAZARD

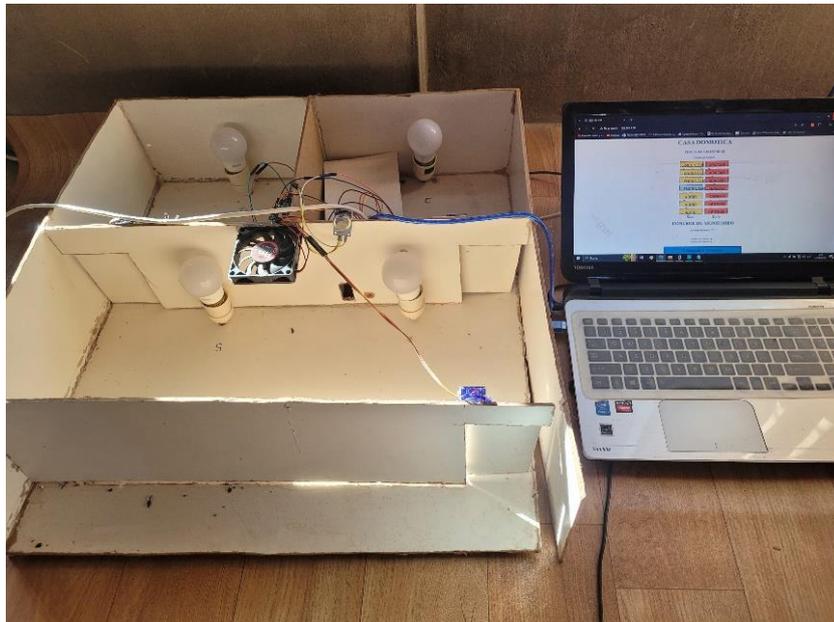
#### ANEXO 5. Medición de la batería de 12VDC



## ANEXO 6. Medición de la salida de Inversor Solar de 220VAC



## ANEXO 7. Prototipo controlado mediante dispositivo de laptop en red LAN



## ANEXO 8. Código de programación en arduino del interfaz en HTML

```
//Página web en formato HTML
client.println("<html>");
client.println("<head>");
client.println("</head>");
client.println("<body>");
client.println("<h1 align='center'>CASA DOMOTICA</h1><h4 align='center'>
Creado por Nelson </h4><h2 align='center'>VIVIENDA SOSTENIBLE</h2>");
//Creamos los botones. Para enviar parametros a través de HTML
client.println("<div style='text-align:center;'>");

client.println("<a href='\"/?button2on\"'>Encender Dormitorio </a>");
client.println(" | | | ");
client.println("<a href='\"/?button2off\"'>Apagar Dormitorio </a><br />");
client.println("<br />");
client.println("<a href='\"/?button3on\"'>Encender Cocina </a>");
client.println(" | | | ");
client.println("<a href='\"/?button3off\"'>Apagar Cocina </a><br />");
client.println("<br />");
client.println("<a href='\"/?button4on\"'>Encender Sala </a>");
client.println(" | | | ");
client.println("<a href='\"/?button4off\"'>Apagar Sala </a><br />");
client.println("<br />");
client.println("<a href='\"/?button5on\"'>Encender Ventilador </a>");
client.println(" | | | ");
client.println("<a href='\"/?button5off\"'>Apagar Ventilador </a><br />");
client.println("<br />");

client.println("<a href='\"/?open\"'>Abrir Dormitorio</a>");
client.println(" | | | ");
client.println("<a href='\"/?close\"'>Cerrar Dormitorio</a>");
client.println("<br />");
client.println("<a href='\"/?open\"'>Abrir Cocina</a>");
client.println(" | | | ");
client.println("<a href='\"/?close\"'>Cerrar Cocina</a>");
client.println("<br />");
client.println("<a href='\"/?open\"'>Abrir Sala</a>");
client.println(" | | | ");
client.println("<a href='\"/?close\"'>Cerrar Sala</a>");
client.println("</BODY>");
```

## ANEXO 9. Código de programación en arduino de lectura de los sensores

```
//stopping client
boolean currentLineIsBlank = true;
if (c == '\n' && currentLineIsBlank) { |
//client.println("HTTP/1.1 200 OK");
//client.println("Content-Type: text/html"); // Envia el encabezado en codigo
//client.println("Connection: close");
//client.println("Refresh: 5"); // refresca la pagina automaticamente cada 3 se
client.println();
client.println("<!DOCTYPE HTML>");
client.println("<html>");
client.println("<TITLE>Ethernet Monitor</TITLE>");
client.println("<BODY>");
client.println("<H1>Arduino Monitor</H1>");
client.println("<H2>Monitorea A0-A5</H2>");
client.println("Lectura Análoga Ethernet");
client.println("<br />");
client.println("<br />");
for (int puertoAnalogo = 1; puertoAnalogo < 2 ; puertoAnalogo++) {
    int lecturaSensor = analogRead(puertoAnalogo); // Lee los 6 puertos analogos
    client.print("Lectura del Sensor");
    client.print(puertoAnalogo);
    client.print(" es ");
    client.print(lecturaSensor/160);
    client.println("<br />");
}
client.println("<br />");
client.println("1 apagado y >3 encendido");
client.println("</html>");
break;
}
if (c == '\n') {
    currentLineIsBlank = true;
}
else if (c != '\r') {
    currentLineIsBlank = false;
}
}
}
delay(10); // Da tiempo al Servidor para que reciba los datos 10ms
```

## ANEXO 10. Matriz de consistencia

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE PROTOTIPO DE UN SISTEMA DOMÓTICO SOSTENIBLE BASADO EN LAS TECNOLOGÍAS DEL INTERNET DE LAS COSAS Y LA ENERGÍA FOTOVOLTAICA.			
PROBLEMA	HIPOTESIS	VARIABLES	INDICADORES
<p>¿Cómo se pretende tener control y seguridad en un sistema domótico basado en la tecnología IoT para una mejor gestión del control y monitoreo en el hogar?</p>	<p>Con el diseño e implementación de prototipo de un sistema domótico sostenible basado en la tecnología IoT y la energía fotovoltaica se logra tener la eficiencia para una mejor gestión del control y monitoreo en el hogar.</p>	<p><b>VARIABLES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sistema de iluminación</li> <li>- Control de Accesos</li> <li>- Actuadores</li> <li>- Sensores</li> </ul>	<p><b>OBJETIVOS</b></p> <p>Diseñar e implementar un prototipo de un sistema domótico sostenible basado en la tecnología del internet de las cosas y la energía fotovoltaica para tener una mejor gestión del control y monitoreo en el hogar.</p>
<p><b>PROBLEMAS ESPECIFICOS</b></p> <p>¿Cómo Diseñar la domótica para controlar y monitorear los sistemas de iluminación y acceso de puertas mediante un teléfono móvil?</p> <p>¿De qué manera se logra obtener el sistema de seguridad para la tranquilidad de los usuarios del hogar?</p> <p>¿Cómo beneficia el diseño e implementación de la tecnología de la energía fotovoltaica para un sistema domótico?</p>	<p><b>HIPOTESIS ESPECIFICA</b></p> <p><b>HE1:</b> Con la aplicación del sistema domótico se logra tener el control y monitoreo del sistema de iluminación y acceso a puertas mediante un teléfono móvil.</p> <p><b>HE2:</b> Con la implementación de los sensores en la casa domótica se logra obtener la eficiencia del sistema de seguridad para la tranquilidad de los usuarios del hogar.</p> <p><b>HE3:</b> La implementación del panel fotovoltaico para el sistema domótico contribuye directamente al medio ambiente, de esta manera reduce la contaminación ambiental.</p>	<p><b>OBJETIVOS ESPECIFICOS</b></p> <p><b>OE.1</b> Diseñar la domótica para controlar y monitorear los sistemas de iluminación y acceso de puertas mediante un teléfono móvil.</p> <p><b>OE.2</b> Implementar la casa domótica del sistema de seguridad mediante sensores para dar una mejor tranquilidad al usuario del hogar.</p> <p><b>OE.3</b> Diseñar el sistema panel fotovoltaico para aprovechar la energía solar, de este modo reducir la contaminación del medio ambiente</p>	

## ANEXO 11. Ficha técnica del inversor solar PV1800



### PV1800 VPK Series

Inversor de Alta Frecuencia

#### Características:

- Potencia nominal de 1KW-5KW
- Onda senoidal pura
- Configurable desde la pantalla LCD (modos de trabajo, estado de carga, voltaje de baterías, etc.)
- Con regulador de carga solar PWM de 50A/60A incorporado
- Nuevo modo de trabajo SUB (Solar-Utility Battery, Batería-Utilidad-Solar) para los modelos de 4K-5K
- Modo de trabajo combinando la carga solar y desde generador o de red eléctrica simultánea manteniendo la potencia de salida
- Protección contra sobretensión, sobrecarga y descarga profunda
- Operación en paralelo con hasta 3 unidades (disponible para los modelos de 4KW-5KW)
- Función de arranque en frío
- Soporte USB, función de monitorización RS485 con CD gratis
- Monitorización remota por WIFI (opcional)
- Compatible con generadores de gasolina o diésel

### Especificaciones

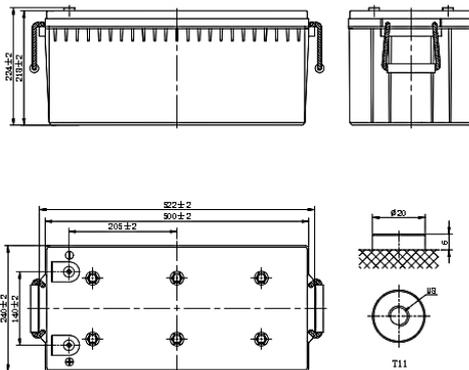
MODELO		PV18-1012 VPK	PV18-2024 VPK	PV18-3024 VPK	PV18-4048 VPK	PV18-5048 VPK
Voltaje de baterías del sistema		12VDC	24VDC	24VDC	48VDC	48VDC
SALIDA DEL INVERSOR	Potencia del inversor	1000W	2000W	3000W	4000W	5000W
	Pico de potencia	2000W	4000W	6000W	8000W	10000W
	Tipo de onda	Onda senoidal pura				
	Regulación de voltaje AC (modo baterías)	(220VAC ~ 240VAC)±5%				
	Eficiencia del inversor	93%				
Tiempo de transferencia		10ms (para PCs) 20ms (para electrodomésticos)				
ENTRADA AC	Voltaje	230VAC				
	Rango de voltaje de salida (seleccionable)	170~280VAC (para PCs), 90~280VAC (para electrodomésticos), 184~253VAC(VDE4105)				
	Rango de frecuencia	50Hz/60Hz (Auto programado)				
BATERÍA	Voltaje nominal	12VDC	24VDC		48VDC	
	Voltaje carga flotación	13.5VDC	27VDC		54VDC	
	Protección sobrevoltaje	15.5VDC	31VDC		60VDC	
CARGADOR SOLAR & CARGADOR AC	Voltaje máximo FV circuito abierto	55VDC	80VDC		105VDC	
	Consumo en stand-by	2W	2W		2W	
	(PWM) Corriente máxima de carga solar	50A	50A		60A	
	Corriente carga máxima AC	10A o 20A	20A o 30A		60A	
	Corriente carga máxima	70A	80A		120A	
ESPECIF. MECÁNICAS	Dimensiones (W*H*D)(mm)	225*355*92	272*355*100		297.5*468*125	
	Dimensiones caja (W*H*D)(mm)	405*373*205	465*373*231		618*415*261	
	Peso neto (kg)	4.0	7.8		12	
	Peso paquete (kg)	6.0	10.3		13.5	
OTROS	Humedad	5% to 95% Humedad relativa (Sin condensación)				
	Temperatura funcionamiento	0°C -55°C				
	Temperatura almacenamiento	-15°C -60°C				

## ANEXO 12. Ficha técnica del panel fotovoltaico TEC M6U (60)-280

NO. DE MODELO	M6U(60)-280	M6U(60)-285	M6U(60)-290	M6U(60)-295	M6U(60)-300
<b>Garantía</b>					
Garantía de Producto	10 Años				
Garantía de energía	12 años de 90% potencia de salida, 25 años de 80% potencia de salida				
<b>Características Eléctricas en STC</b>					
Potencia Máxima (Pmax)	280 Wp	285 Wp	290 Wp	295 Wp	300 Wp
Tensión en el Punto de Máxima Potencia (Vmax)	31,5 V	31,7 V	31,9 V	32 V	32,13 V
Corriente en el punto de máxima potencia (Imax)	8,9 A	9 A	9,1 A	9,22 A	9,34 A
Tensión en Circuito Abierto (Voc)	39,4 V	39,5 V	39,6 V	39,7 V	39,8 V
Corriente de cortocircuito (Isc)	9,35 A	9,4 A	9,5 A	9,6 A	9,72 A
Eficiencia	17,16 %	17,47 %	17,77 %	18,08 %	18,39 %
Tolerancia de Potencia (+)	+ 3 %	+ 3 %	+ 3 %	+ 3 %	+ 3 %
<i>Condiciones de prueba estándar (STC): Masa de aire AM 1,5, radiación 1000W/m<sup>2</sup>, temperatura de célula.</i>					
<b>Características Eléctricas en NOCT</b>					
Potencia Máxima (Pmax)	202,94 Wp	206,57 Wp	210,19 Wp	213,82 Wp	217,44 Wp
Tensión en el Punto de Máxima Potencia (Vmax)	29,11 V	29,29 V	29,48 V	29,57 V	29,69 V
Corriente en el punto de máxima potencia (Imax)	6,97 A	7,05 A	7,13 A	7,23 A	7,32 A
Tensión en Circuito Abierto (Voc)	36,41 V	36,5 V	36,59 V	36,68 V	36,78 V
Corriente de cortocircuito (Isc)	7,63 A	7,67 A	7,75 A	7,83 A	7,93 A
Temperatura	44±2 °C				
<i>Temperatura en condiciones normales de operación (NOCT): 800W/m<sup>2</sup>, AM 1,5, velocidad del viento de 1m/s, temperatur</i>					
<b>Características Térmicas</b>					
Rango de Temperatura	-40~85 °C				

## ANEXO 13. Ficha técnica de la batería LPGS 12-200

### LPGS SERIES-HYBRID GEL BATTERY LPGS12-200 (12V200Ah)



#### CHARACTERISTICS

Item	Specifications	
Rated Voltage	12V	
Nominal Capacity (25°C)	$C_{20}$	1.75V/cell 200Ah
	Length	522mm (20.6inches)
	Width	240mm (9.45inches)
Dimension	Container Height	218mm (8.58inches)
	Total Height	224mm (8.82inches)
	Approx Weight	60.9kg (134.3lbs)
Terminal	T11(M8)	
Container Material	ABS (UL94 HB or V-0 optional)	
Short-circuit current	3640A	
Internal Resistance (25°C)	Approx 3.2 mΩ (Fully charged)	
	Discharge	-20~55°C (-4~131°F)
	Charge	0~40°C (32~104°F)
Operating Temp. Range	Storage -20~50°C (-4~122°F)	
	Nominal Operating Temp. Range 25±3°C (77±5°F)	
Max.Charging Current (25°C)	0.25C	
Charge voltage (25°C)	Standby Use	Cycle Use
	2.25-2.30V/cell	2.35-2.40V/cell
Temp. Coefficient	-3mV/cell/°C	-5mV/cell/°C
	40°C (104°F)	103%
Effect of temp. to Capacity	25°C (77°F)	100%
	0°C (32°F)	86%
	Self Discharge	
≤3% per month at 25°C (77°F). LPGS series batteries can be stored up to 6 months at 25°C (77°F) and then a freshening charge is required. For higher temperatures the time interval will be shorter.		

#### DISCHARGE TABLE

F.V/Time	Constant Current Discharge (Amperes) at 25°C (77°F)											
	1h	2h	3h	4h	5h	6h	8h	10h	20h	48h	72h	100h
1.90V/cell	88.5	55.8	42.6	34.9	29.4	25.3	19.7	16.2	8.68	3.87	2.63	1.90
1.85V/cell	105.8	62.5	46.8	38.0	32.0	27.6	21.5	17.7	9.52	4.18	2.85	2.08
1.80V/cell	114.4	65.9	49.0	39.4	33.1	28.4	22.2	18.2	9.76	4.31	2.95	2.15
1.75V/cell	120.2	68.8	50.6	40.6	33.8	29.0	22.6	18.6	10.0	4.38	2.99	2.19

F.V/Time	Constant Power Discharge (Watts/cell) at 25°C (77°F)											
	1h	2h	3h	4h	5h	6h	8h	10h	20h	48h	72h	100h
1.90V/cell	173.3	110.0	84.7	69.5	59.0	50.8	39.5	32.4	17.3	7.74	5.25	3.80
1.85V/cell	205.1	122.1	92.1	75.1	63.7	54.8	42.8	35.3	19.0	8.37	5.71	4.18
1.80V/cell	219.6	127.7	96.0	75.5	65.5	56.3	44.1	36.2	19.5	8.60	5.89	4.30
1.75V/cell	230.0	132.8	98.8	79.5	66.6	57.3	44.7	36.8	19.9	8.76	5.98	4.38



## ANEXO 14. Declaración jurada de autenticidad de tesis



Universidad Nacional  
del Altiplano Puno



Vicerrectorado  
de Investigación



Repositorio  
Institucional

### DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo NELSON EUGENIO CASTRO PACCARA,  
identificado con DNI 73022590 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional,  Programa de Segunda Especialidad,  Programa de Maestría o Doctorado  
INGENIERÍA ELECTRÓNICA

informo que he elaborado el/la  Tesis o  Trabajo de Investigación denominada:

“ DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE PROTOTIPO DE UN SISTEMA  
DOMÓTICO SOSTENIBLE BASADO EN LAS TECNOLOGÍAS DEL  
INTERNET DE LAS COSAS Y LA ENERGÍA FOTOVOLTAICA. ”

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno 19 de Junio del 2024

FIRMA (obligatoria)



Huella



## ANEXO 15. Autorización para el depósito de tesis en el Repositorio Institucional



Universidad Nacional  
del Altiplano Puno



Vicerrectorado  
de Investigación



Repositorio  
Institucional

### AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Por el presente documento, Yo NELSON EUGENIO CASTRO PACCARA,  
identificado con DNI 73022590 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional,  Programa de Segunda Especialidad,  Programa de Maestría o Doctorado  
INGENIERÍA ELECTRÓNICA

informo que he elaborado el/la  Tesis o  Trabajo de Investigación denominada:

“ DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE PROTOTIPO DE UN SISTEMA  
DOMÓTICO SOSTENIBLE BASADO EN LAS TECNOLOGÍAS DEL  
INTERNET DE LAS COSAS Y LA ENERGÍA FOTOVOLTAICA. ”

para la obtención de  Grado,  Título Profesional o  Segunda Especialidad.

Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los “Contenidos”) que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.

En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 19 de JUNIO del 2024

FIRMA (obligatoria)



Huella