



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD

**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DOMÓTICO PARA EL
MONITOREO DEL CONSUMO ENERGÉTICO Y DE LA
SEGURIDAD RESIDENCIAL**

**PROPUESTA TECNOLÓGICA PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO EN ELECTRICIDAD**

AUTORES:

Henry Vinicio Quishpe Ayala

Danny Bryan Vilcasana Bravo

TUTOR:

Ing. MSc. Edgar Roberto Salazar Achig

LATACUNGA- FEBRERO 2025

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Quishpe Ayala Henry Vinicio, con cédula de ciudadanía No. 0503871949, **Vilcasana Bravo Danny Bryan**, con cédula de ciudadanía No. 0504452392 declaramos ser autores de la propuesta tecnológica: **“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DOMÓTICO PARA EL MONITOREO DEL CONSUMO ENERGÉTICO Y DE LA SEGURIDAD RESIDENCIAL”**, siendo el **Ing. Salazar Achig Edgar Roberto M.Sc.**, tutor del presente trabajo: y, eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

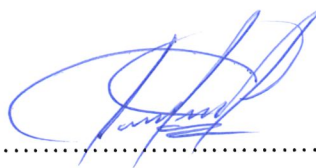
Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

Latacunga, febrero 21 del 2025



.....
Quishpe Ayala Henry Vinicio

C.C. 0503871949



.....
Vilcasana Bravo Danny Bryan

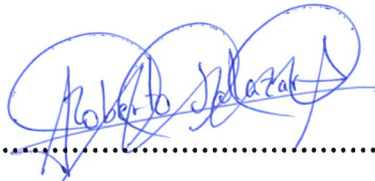
C.C. 0504452392

AVAL DEL TUTOR DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA

En calidad de Tutor de la Propuesta Tecnológica sobre el título:

“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DOMÓTICO PARA EL MONITOREO DEL CONSUMO ENERGÉTICO Y DE LA SEGURIDAD RESIDENCIAL”, de **Quishpe Ayala Henry Vinicio y Vilcasana Bravo Danny Bryan**, de la carrera Ingeniería en Electricidad, considero que dicha propuesta tecnológica es merecedora del aval de aprobación al cumplir las normas técnicas, traducción y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la pre- defensa.

Latacunga, febrero del 2025



.....
Ing. Salazar Achig Edgar Roberto M.Sc.

C.C: 0502847619

TUTOR DE TITULACIÓN

AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente de la propuesta tecnológica de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y, por la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas; por cuanto, los postulantes: **Quishpe Ayala Henry Vinicio y Vilcasana Bravo Danny Bryan**, con el título de propuesta tecnológica **“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DOMÓTICO PARA EL MONITOREO DEL CONSUMO ENERGÉTICO Y DE LA SEGURIDAD RESIDENCIAL”** ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación.

Por lo antes expuesto, se autoriza grabar los archivos correspondientes en un CD, según la normativa institucional.

Latacunga, febrero del 2025



Ing. Jiménez Diego M.Sc.

C.C. 0503493702

LECTOR 1 (PRESIDENTE)



Ing. León Marco M.Sc.

C.C. 0502305402

LECTOR 2 (MIEMBRO)



Ing. Rueda Paul M.Sc.

C.C. 0503689895

LECTOR 3 (MIEMBRO)

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por ser guía y compañero en el camino de mi vida, a mi madre Blanca Ayala que estuvo conmigo en todo momento y a mi ángel en cielo que me guía y me protege.

A mis amigos de la facultad gracias por todos esos grandes momentos y experiencias vividas en mi etapa universitaria. A la Universidad Técnica de Cotopaxi por acogerme en este largo recorrido, y a los docentes de la carrera de Ingeniería Eléctrica por haber compartido sus conocimientos.

Quiero agradecer de manera especial a nuestro tutor de tesis Ing. Edgar Roberto Salazar M.Sc. quien nos guio en las investigaciones utilizando su experiencia, conocimiento, motivación y sobre todo por la exigencia para culminar de la mejor manera nuestro proyecto.

Agradezco a todos los docentes de la Universidad Técnica de Cotopaxi, Carrera de Ingeniería Eléctrica, cuya sabiduría, conocimiento y apoyo me han inspirado a crecer personal y profesionalmente.

HENRY QUISHPE.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios y a la Virgen de Baños por su amor y bondad que no tiene fin, que cuando me caigo me ayudan a levantarme con más fuerza; con su ayuda me permiten sonreír ante todos mis logros. Agradezco a mis padres José y Elsa por su apoyo moral brindado en los momentos difíciles, las oportunidades brindadas y ser el promotor de este gran sueño. A mis hermanos Jhonatan, Jefferson y Karina por brindarme ese cariño y esas palabras de aliento para continuar adelante durante esta etapa de vida.

A mis amigos de la facultad gracias por todos esos grandes momentos y experiencias vividas en mi etapa universitaria. A la Universidad Técnica de Cotopaxi por acogerme en este largo recorrido, y a los docentes de la carrera de Ingeniería Eléctrica por haber compartido sus conocimientos.

Agradezco de manera especial al Ing. Roberto Salazar tutor de nuestra propuesta tecnológica, quien nos ha guiado y enseñado de la mejor manera posible, gracias por su paciencia y su rectitud como docente.

Danny Vilcasana

DEDICATORIA

El presente trabajo de titulación va dedicado a mi hermosa madre Blanca Ayala que siempre ha sido mi pilar fundamental y mi razón de ser una mejor persona ya que me ha brindado su apoyo incondicional en la buenas en las malas y en las peores y nunca me ha dejado solo, esto es por ti y lo logre.

A Victor Paca a pesar de no ser su hijo biológico me acogió y siempre me brindo el apoyo, dándome consejos de superación, a mis hermanos Jordan Leonel y Karla Mishel, quienes han sido mi pilar fundamental, y mi fortaleza con su apoyado incondicionalmente a pesar de las dificultades e inconvenientes.

A mi padre Marco Quishpe que desde el cielo me cuida y me protege como se lo prometí al momento de iniciar mi carrera universitaria que pondría en alto su apellido. A toda mi familia quienes me han arropado con su cariño y apoyo en todo momento incondicionalmente a pesar de las dificultades e inconvenientes

A mis padres, hermanos y a mi familia.

DEDICATORIA

El presente trabajo de titulación va dedicado a mi familia y hermanos, principalmente a mis padres por ser ese gran pilar fundamental en mi formación profesional. Mamá gracias por tu apoyo moral incondicional que me brindaste para seguir adelante. Papá gracias por brindarme esa confianza y recursos para lograrlo. Finalmente, a mi sobrino Jaden y a mi sobrina Itzel, por estar siempre en esos momentos difíciles brindándome ese cariño y amor. A mis padres, hermanos y a mi familia.

A mis padres, hermanos y a mi familia.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	15
ABSTRACT	16
1. INFORMACIÓN GENERAL	1
2. INTRODUCCIÓN	2
2.1 Situación Problemática	3
2.2 Formulación del problema	5
2.3 OBJETO Y CAMPO DE ACCIÓN	5
2.3.1 Objeto de Investigación:	5
2.3.2 Campo de Acción:	5
2.4 BENEFICIARIOS	5
2.4.1 Directos	5
2.4.2 Indirectos	5
2.5 JUSTIFICACIÓN	5
2.6 HIPÓTESIS	6
2.7 OBJETIVOS	7
2.7.1 Objetivo General	7
2.7.2 Objetivo Especifico	7
2.8 SISTEMA DE TAREAS	7
3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	9
3.1 ANTECEDENTES	9
3.2 SISTEMA DOMÓTICO	11
3.3 EL SISTEMA DOMÓTICO EN UN DOMICILIO	11
3.4 DISPOSITIVOS CONECTADOS AL SISTEMA	13
3.4.1 Sensor	13
3.4.2 Controlador	13

3.4.3 Actuator	13
3.4.4 Bus	14
3.4.5 Interfaz	14
3.5 SISTEMA DE CONTROL	14
3.5.1 Sistema de Control Centralizado	15
3.5.2 Sistema de Control Descentralizado	15
3.5.3 Sistema de Control Distribuido	16
3.6 TEORÍA DE LA MENTE	17
3.6.1 Base de datos	17
3.6.2 Reconocimiento vocal y voz	18
3.6.3 Síntesis vocal	18
3.7 TECNOLOGÍAS CON IA EN LA DOMÓTICA	18
3.7.1 Home Assistant	18
3.7.2 Amazon	19
4. METODOLOGÍA	19
4.1 METODOS	19
4.1.1 Método Analítico	19
4.1.2 Método Deductivo	20
4.2 MATERIALES	21
4.2.1 Etapa de selección de materiales	21
4.2.2 Etapa de la inteligencia artificial	21
4.2.3 Etapa de recopilación y análisis de datos de voltaje y corriente	27
4.2.4 Etapa de Elemento protegido	31
4.2.5 Etapa de Programación	33
4.2.6 Etapa de Alimentación del Módulo	36
4.3 DISEÑO DE MODULO	37
4.3.1 Diseño del modulo	37
4.3.2 Diseño del módulo eléctrico	46
4.3.4 Programación del sistema	49

5. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	64
5.1 Prueba de funcionamiento del sistema	64
5.2 Verificación de la identificación de rostros	64
5.2.2 Prueba de sensores.....	66
5.2.1 Desarrollo del BoT de Telegram	68
5.3 Prueba con Amazon Alexa	69
5.4 Comparación de respuesta de asistente de voz.....	72
5.5 Análisis y prueba del sistema	75
5.5.1 Prueba realizada con el Analizador de Redes.....	75
5.5.2 Elaboración de la curva en el programa MATLAB	77
5.5.3 Análisis de porcentaje de error y curva en el programa MATLAB	80
5.6 Error medio cuadrático	84
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	87
6.1 CONCLUSIONES.....	87
6.2 RECOMENDACIONES	87
7. REFERENCIAS	89

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3.1 Diseño de un domicilio conectada a una red [9].	12
Figura 3.2 Dispositivos del Sistema Domótico [11].	14
Figura 3.3 Método de Control Centralizado [12].	15
Figura 3.4 Método de Control Descentralizado [12].	16
Figura 3.5 Método de Control Distribuido [13].	17
Figura 4.1 Diagrama de flujo de los pasos del módulo domótico.	20
Figura 4.2 Diseño del módulo domótico controlado con inteligencia artificial en SolidWorks.	38
Figura 4.3 Diseño del módulo en SolidWorks.	39
Figura 4.4 Diagrama del diseño del módulo.	40
Figura 4.5 Diseño de cada área del módulo.	41
Figura 4.6 Diagrama unifilar de todo el sistema.	42
Figura 4.7 Construcción final del módulo.	43
Figura 4.8 División de secciones del sistema.	44
Figura 4.9 Sistema de alimentación al módulo.	45
Figura 4.10 Protección de elementos del sistema.	45
Figura 4.11 Construcción del módulo y de cada elemento.	46
Figura 4.12 Medición de los voltajes.	47
Figura 4.13 Diseño de la parte delantera de la caja de todo el sistema.	48
Figura 4.14 Comprobación del voltaje obtenido en el departamento.	49
Figura 4.15 Interfaz de usuario creada en Node-RED.	50
Figura 4.16 Simulación de iluminación del dormitorio 1.	50
Figura 4.17 Simulación de iluminación del dormitorio 2.	51
Figura 4.18 Simulación de iluminación del baño.	52
Figura 4.19 Simulación de iluminación de la cocina.	52
Figura 4.20 Simulación de iluminación del salón.	53
Figura 4.21 Simulación del tomacorriente del dormitorio 1.	54
Figura 4.22 Simulación del tomacorriente del dormitorio 2.	54
Figura 4.23 Simulación del tomacorriente del baño.	55
Figura 4.24 Simulación del tomacorriente de la cocina.	55

Figura 4.25 Simulación del tomacorriente del salón.	56
Figura 4.26 Diagrama de flujo de simulación de la compuerta AND en Node-Red.	57
Figura 4.27 Diagrama de flujo de simulación de la compuerta OR en Node-Red.	57
Figura 4.28 Diagrama de flujo de la programación de la identificación del rostro.	58
Figura 4.29 Muestra de detección y reconocimiento facial.	59
Figura 4.30 Diagrama de flujo de la programación en proteus.	60
Figura 4.31 Construcción del elemento ESP32.	61
Figura 4.32 Diagrama de conexión del DHT11 en el programa Proteus.	61
Figura 4.33 Diagrama de conexión del PZEM004T en el programa Proteus.	62
Figura 4.34 Conexiones de los elementos con el ESP32.	62
Figura 4.35 Diagrama de simulación de la conexión con la aplicación telegram.	63
Figura 5.1 Contraseña correcta que se debe ingresar para acceder al domicilio.	64
Figura 5.2 Verificación la captura de imagen facial.	65
Figura 5.3 Señal de envió al bot de Telegram de alerta.	65
Figura 5.4 Parámetros de consumo eléctrico en el programa bot Telegram.	68
Figura 5.5 Resultados obtenidos en el programa de bot Telegram.	69
Figura 5.6 Representación de la prueba de 1 metro.	70
Figura 5.7 Representación de la prueba de 3 metro.	71
Figura 5.8 Resultado obtenido de las pruebas realizadas a 1 metro.	74
Figura 5.9 Resultado obtenido de las pruebas realizadas a 3 metros.	74
Figura 5.10 Prueba de voltaje con el analizador.	75
Figura 5.11 Prueba de corriente con el analizador.	76
Figura 5.12 Prueba de potencia con el analizador.	77
Figura 5.13 Prueba de energía con el analizador.	77
Figura 5.14 Curva de prueba realizada de voltaje en MATLAB.	78
Figura 5.15 Curva de prueba realizada de corriente en MATLAB.	79
Figura 5.16 Curva de prueba realizada de potencia en MATLAB.	79
Figura 5.17 Curva de prueba realizada de energía en MATLAB.	80
Figura 5.18 Curva de porcentaje de error del voltaje.	82
Figura 5.19 Curva de porcentaje de error de la corriente.	82
Figura 5.20 Curva de porcentaje de error de la potencia.	83

Figura 5. 21 Curva de porcentaje de error de energía.	83
Figura 5.22 Representación de los parámetros del error medio cuadrático.	85

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Modelo hecho Amazon Alexa [17].	22
Tabla 2: Selección de microcontroladores [18].	24
Tabla 3: Modelos de módulos de Wi-Fi.	26
Tabla 4: Modulo Relé [19].	28
Tabla 5: Características del elemento de DHT11.	29
Tabla 6: Características del modelo PZEM004T.	30
Tabla 7: Características del tomacorriente cooper [21].	31
Tabla 8: Caracterizas de la boquilla de porcelana.	32
Tabla 9: Características de alarmas se seguridad [20].	33
Tabla 10: Características de cámaras para reconocimiento facial.	34
Tabla 11: Clasificación de software.	35
Tabla 12: Características del Sistema de alimentación y protección.	36
Tabla 13: Características del ups.	37
Tabla 14: Registros de ingresos al módulo.	66
Tabla 15: Características del funcionamiento de sensores.	67
Tabla 16: Prueba con el asistente de amazon alexa.	69
Tabla 17. Registro de comandó de voz.	71
Tabla 18: Prueba con el asiste de voz reconocimiento de voz Arduino.	73
Tabla 19: Gastos Directos.	86
Tabla 20: Gastos Indirectos.	86

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD

TEMA: IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DOMÓTICO PARA EL MONITOREO DEL CONSUMO ENERGÉTICO Y DE LA SEGURIDAD RESIDENCIAL

AUTORES:

Henry Vinicio Quishpe Ayala

Danny Bryan Vilcasana Bravo

TUTOR:

Ing. MSc. Edgar Roberto Salazar Achig

RESUMEN

En Ecuador, el aumento del 6.2% en el consumo eléctrico entre 2020 y 2021 evidenció la urgente necesidad de soluciones para monitorear el uso de la energía y reforzar la seguridad en los hogares, lo que impulsó este estudio con la propuesta de implementar un sistema domótico para el monitoreo del consumo energético y la seguridad residencial. La metodología se basó en métodos analíticos y deductivos para abordar los problemas planteados, y se desarrolló en varias etapas integrales: se inició con la selección de los materiales necesarios para la implementación de la inteligencia artificial y la recopilación de datos sobre voltaje y corriente, se procedió al análisis de los elementos protegidos y a la programación del sistema, y se contempló la alimentación del módulo y su diseño tanto eléctrico como funcional a lo largo del desarrollo. En cuanto a los resultados, se realizaron pruebas clave que incluyeron la verificación de la identificación de rostros, pruebas de sensores, el desarrollo de un bot de Telegram y la integración con Amazon Alexa, además de la comparación de las respuestas de los asistentes de voz. Asimismo, se llevaron a cabo pruebas con un analizador de redes y el software MATLAB, ajustando y verificando la precisión mediante un análisis del porcentaje de error y finalmente se calculó el error medio cuadrático, lo que dio soporte a las conclusiones y recomendaciones para futuras implementaciones.

Palabras claves: Domótica, consumo energético, seguridad residencial, inteligencia artificial

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI
FACULTY OF ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES
ELECTRICAL ENGINEERING DEGREE

TOPIC: IMPLEMENTATION OF A HOME AUTOMATION SYSTEM FOR MONITORING ENERGY CONSUMPTION AND RESIDENTIAL SECURITY

AUTHORS:

Henry Vinicio Quishpe Ayala
Danny Bryan Vilcasana Bravo

TUTOR:

Ing. MSc. Edgar Roberto Salazar Achig

ABSTRACT

In Ecuador, the 6.2% increase in electricity consumption between 2020 and 2021 evidenced the urgent need for solutions that optimize energy use and reinforce security in homes, which prompted this study with the proposal to implement a home automation system for the monitoring of energy consumption and residential security. The methodology was based on analytical and deductive methods to address the problems raised, and was developed in several integral stages: it began with the selection of the materials necessary for the implementation of artificial intelligence and the collection of data on voltage and current, the analysis of the protected elements and the programming of the system, and the power supply of the module and its electrical and functional design were contemplated throughout the development. As for the results, key tests were carried out that included the verification of face identification, sensor tests, the development of a Telegram bot and integration with Amazon Alexa, in addition to the comparison of voice assistant responses.

Keywords: home automation, energy consumption, residential security, artificial intelligence, automation

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA Y APLICADAS

CARRERA: INGENIERIA EN ELECTRICIDAD

**Nombre de los estudiantes: Quishpe Ayala Henry Vinicio, Vilcasana Bravo Danny
Bryan**

AVAL DE TRADUCCIÓN- Profesional Externo

Yadira Elizabeth Quiroz Chacán con cédula de identidad número:0250278330 Licenciada/o;
Magíster en:, solo Pedagogía del idioma ingles con número de registro de la SENESCYT:1010-
2023-2634372; **CERTIFICO** haber revisado y aprobado la traducción al idioma Inglés del
resumen del trabajo de investigación con el título: **“IMPLEMENTACIÓN DE UN
SISTEMA DOMÓTICO PARA EL MONITOREO DEL CONSUMO ENERGÉTICO
Y DE LA SEGURIDAD RESIDENCIAL ”** de: **Quishpe Ayala Henry Vinicio, Vilcasana
Bravo Danny Bryan**, egresados de la carrera de Ingeniería en Electricidad, perteneciente a
la Facultad de: **CIENCIAS DE LA INGENIERIA Y APLICADAS**.

En virtud de lo expuesto y para constancia de lo mismo se registra la firma respectiva.

Latacunga, Febrero 2025



.....
Lic. Quiroz Chacán Yadira Elizabeth

CI: 0250278330

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título: IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DOMÓTICO PARA EL MONITOREO DEL CONSUMO ENERGÉTICO Y DE LA SEGURIDAD RESIDENCIAL

Fecha de inicio: octubre 2024

Fecha de finalización: febrero 2025

Lugar de ejecución: Barrio El Niagara Mirador, Cantón Latacunga.

Facultad que auspicia: Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas

Carrera que auspicia: Ingeniería en Electricidad

Proyecto Macro Asociado: Desarrollo de sistemas inteligentes aplicados a la ingeniería eléctrica.

Tipo de proyecto: Propuesta tecnológica.

Equipo de Trabajo:

Grupo de investigación de Energía y Tecnologías Apropriadas

- Tutor de titulación

Ing. Edgar Roberto Salazar MSc.

- Estudiante/s

Henry Vinicio Quishpe Ayala

Danny Bryan Vilcasana Bravo

Área de Conocimiento:

07 ingeniería, Industria y Construcción.	071 ingeniería y profesiones afines.	0713 electricidad y Energía.
--	--------------------------------------	------------------------------

Línea de investigación: Energías alternativas y renovables, eficiencia energética y protección ambiental.

Sublíneas de investigación de la Carrera: Inteligencia artificial y modelación de sistemas

2. INTRODUCCIÓN

El presente estudio aborda dos problemáticas críticas que afectan a los hogares modernos: el alto consumo energético y los desafíos relacionados con la seguridad. Tales problemas, que tienen un impacto directo tanto en la economía doméstica como en la calidad de vida de los ciudadanos, han sido mitigados con éxito en países como China y Estados Unidos a través de la implementación de asistentes inteligentes. En estos países, la adopción de inteligencia artificial (IA) ha permitido una significativa reducción en el consumo energético, con cifras que alcanzan hasta un 40%, y una mejora notable en los niveles de seguridad, estimada en un 35%, lo cual ha sido posible gracias a la integración de sistemas inteligentes que optimizan el uso de los recursos y proporcionan soluciones proactivas en situaciones de riesgo.

Sin embargo, en América Latina, la adopción de estas tecnologías avanzadas sigue siendo limitada, debido a factores como las restricciones económicas, la falta de infraestructura adecuada y la escasez de personal especializado han sido obstáculos importantes para la implementación masiva de estos sistemas. La brecha tecnológica entre los países desarrollados y los de América Latina persiste, lo que ha ralentizado el avance hacia una mayor automatización y eficiencia en los hogares de la región.

En el caso específico de Ecuador, el consumo energético ha mostrado un aumento significativo, registrando un incremento del 6.2% entre los años 2020 y 2021, reflejando una tendencia preocupante que pone de manifiesto la urgente necesidad de desarrollar e implementar soluciones tecnológicas que permitan optimizar el uso de la energía, además de fortalecer las medidas de seguridad en los hogares. La creciente demanda de energía y los riesgos asociados con la seguridad doméstica exigen la búsqueda de alternativas eficientes que respondan tanto a las necesidades de ahorro energético como a la prevención de incidentes.

Ante esta situación, el presente estudio propone el desarrollo de un sistema domótico avanzado, basado en el reconocimiento de voz y la inteligencia artificial, el cual permitirá la automatización de dispositivos clave en los hogares, como la iluminación y los sistemas de seguridad, con el objetivo de centralizar su control en una plataforma accesible vía web. A

través de la integración de tecnologías emergentes, se pretende no solo mejorar la eficiencia energética, sino también proporcionar a los usuarios una mayor comodidad y un control más eficaz sobre su entorno doméstico. El enfoque tiene el potencial de transformar la manera en que los ecuatorianos interactúan con la tecnología en sus hogares, haciendo que las soluciones inteligentes sean más accesibles y funcionales para el contexto local.

En consideración, para abordar esta investigación, el documento se organiza en las siguientes secciones:

La introducción establece los objetivos y el alcance del proyecto, definiendo claramente el objeto y el campo de estudio, los beneficiarios del sistema propuesto, y la justificación de su relevancia en términos metodológicos. Además, se formula la hipótesis que guía el desarrollo de la investigación y se detallan los objetivos y las tareas necesarias para alcanzar las metas del proyecto, asegurando que el enfoque metodológico sea claro y bien estructurado.

A continuación, la fundamentación teórica presenta los antecedentes y el marco conceptual que respalda la investigación, proporcionando una base sólida para entender los avances y desafíos en el campo de la domótica y la inteligencia artificial. En la sección de metodología, se describen los métodos, materiales y el diseño del módulo propuesto, así como los enfoques utilizados para el desarrollo e implementación del sistema.

El análisis de resultados se lleva a cabo mediante la evaluación de la efectividad del sistema a través de pruebas de sensores, el reconocimiento de voz, y la integración con asistentes virtuales como Alexa, con el fin de medir su desempeño y eficiencia. Finalmente, en la sección de conclusiones y recomendaciones, se exponen los hallazgos más importantes del estudio, proporcionando sugerencias para futuras mejoras y optimizaciones del sistema, con el objetivo de maximizar su funcionalidad y aplicabilidad en el contexto de los hogares ecuatorianos.

2.1 Situación Problemática

En el rango mundial, China y Estados Unidos sobresalen como los principales consumidores de energía, con cifras notables para el año 2020: China registró un consumo de aproximadamente 7,875,089 GWh, mientras que Estados Unidos consumió alrededor de

5,162,813 GWh. No obstante, el exceso de consumo eléctrico no constituye el único desafío que enfrentan estas potencias, ya que también se enfrentan a problemas sociales relacionados con la seguridad. Por esta razón, ambos países figuran entre aquellos con mayores índices de delitos contra la propiedad, siendo Estados Unidos el país que reporta alrededor de 2,210 atracos por cada 100,000 personas esto en los últimos tiempos. Por lo tanto, el proceso tecnológico emergente como la IA la misma que va de la mano con el internet entre otras cosas que han transformado los paradigmas a nivel mundial.

La interacción de la población con los aparatos tecnológicos, por ejemplo, los reguladores de luz, termostatos y métodos de seguridad, está experimentando una transformación gracias a la tecnología de reconocimiento de voz. Este cambio ha generado un aumento en la popularidad de asistentes inteligentes como Alexa, Google Assistant y Node-RED, cuya adopción ha tenido un impacto significativo. En los hogares de Estados Unidos, la implementación de estos asistentes ha conducido a una reducción del consumo energético de hasta un 40% y una mejora en la seguridad del 35%, lo que se refleja una mejor calidad de vida en sus habitantes.

En una gran cantidad de países latinoamericanos cuentan con el potencial necesario para capitalizar los beneficios de la inteligencia artificial. Sin embargo, se enfrentan a limitaciones sociales que obstaculizan la adopción rápida de estas tecnologías. Estas limitaciones incluyen la falta de economía y una escasa adquisición de la inteligencia artificial, así como una escasez de personal especializado en este ámbito. Estos factores contribuyen a en una evolución pausada de la tecnología asociadas a la IA en la región latinoamericana.

Según datos del INEC, Ecuador experimentó un aumento del 6.2% del consumo de energía eléctrica esto entre los años 2020 y 2021. Durante estos años, el consumo anual ascendió a 21. 556.6 GWh y el 22.996.15 GWh, respectivamente. Se observó en promedio un consumo de 300.40KWh en el 2021 por cada mes por consumidor, los mismos que están abarcando diversos consumidores tales como industrial, residencial y residencial.

Debido a la limitada inversión y al reducido número de investigadores especializados en inteligencia artificial (IA) y domótica en Ecuador, se plantea la implementación de un

proyecto que consiste en un módulo inteligente controlados por reconocimiento de voz, aprovechando la IA lo que permitir el control remoto de dispositivos accionados con inteligencia artificial o IA, tales como sistemas de seguridad, control e iluminación. La idea es centralizar todos estos elementos en una infraestructura única con el propósito de automatizar el módulo y proporcionar una experiencia agradable a los consumidores, atendiendo a sus necesidades. Además, se contempla que los consumidores puedan acceder a una plataforma web para supervisar el funcionamiento del sistema de manera integral.

2.2 Formulación del problema

¿Permitirá la implementación de un sistema domótica para el monitoreo del Consumo Energético y Reforzar la Seguridad Residencial para disminuir la falta de conocimientos de los consumidores en una formación académica y la práctica?

2.3 OBJETO Y CAMPO DE ACCIÓN

2.3.1 Objeto de Investigación:

Nos encontramos con 330000 ciencias tecnológicas, Ingeniería y Tecnología un total de 3306 y en aplicaciones eléctricas tenemos como saldo 330602.

2.3.2 Campo de Acción:

Implementación de un sistema domótico.

2.4 BENEFICIARIOS

2.4.1 Directos

Universidad Técnica de Cotopaxi y la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicada CIYA.

2.4.2 Indirectos

Los estudiantes e investigadores.

2.5 JUSTIFICACIÓN

En el presente trabajo de la propuesta tecnológica propone la implementación de un sistema demótico para el monitoreo del consumo energético y seguridad residencial, para los diferentes tipos de consumidores.

Para la ejecución de esta propuesta tecnológica, abarca varios aspectos, incluyendo la seguridad, comodidad, eficiencia económica y consideraciones ecológicas. La implementación de este sistema domótico lleva los beneficios económicos, ya que una vivienda con domótica integrada, sea flexible, modular y adaptativa, donde aumenta su valor en comparación con construcciones tradicionales. Además, la perspectiva ecológica desempeña un papel crucial al proporcionar a los usuarios ahorros en el consumo diario de electricidad, lo que contribuye a la economía general del hogar.

Esta implementación se propone como una solución específica a las necesidades del ámbito residencial, introduciendo un sistema que optimizará el consumo eléctrico y mejorará la seguridad en el hogar a través de un módulo domótico gestionado por inteligencia artificial. El objetivo es desarrollar estrategias de mejora continua del consumo eléctricos y seguridad residencial, mediante la implementación de este módulo, asegurando así avances significativos y uso eficiente de los aparatos eléctricos. A través de este proyecto, se busca evaluar los beneficios y oportunidades que esta tecnología ofrece a los consumidores destacando su potencial para transformar positivamente la vida cotidiana en los hogares.

Con la ayuda de este módulo domótico traerá consigo un impacto significativo y beneficioso para los usuarios, ya que optimizará la gestión del consumo eléctrico y reforzará la seguridad de sus hogares. Este avance permitirá abordar de manera efectiva las necesidades relacionadas con el consumo eléctrico en el entorno residencial, destacando la capacidad de esta tecnología para proporcionar soluciones prácticas de los consumidores ya mejorar en buena parte su bienestar y calidad de vida.

2.6 HIPÓTESIS

La ejecución de un sistema domótico que servirá para el monitoreo de consumo energético, con esto permitirá la implementación de una serie de prácticas que nos proporciona la domótica los mismos que serán de beneficio para el monitoreo de consumo eléctrico residencial.

2.7 OBJETIVOS

2.7.1 Objetivo General

Implementar un sistema domótico para el monitoreo del consumo energético y seguridad residencial.

2.7.2 Objetivo Especifico

- Realizar un análisis de las diversas alternativas tecnológicas para la implementación de la domótica.
- Desarrollar un sistema domótico para el monitoreo energético y de seguridad residencial.
- Implementar un sistema domótico para el monitoreo energético y de seguridad residencial.
- Elaborar una guía de usuarios que describa las funciones y operaciones del módulo experimental, que permita una mejor comprensión de la inteligencia artificial aplicado a la domótica.

2.8 SISTEMA DE TAREAS

Objetivos específicos	Actividad (tareas)	Resultados esperados	Técnicas, Medios e instrumentos
Detallar un mecanismo automatizado basado en comandos de voz utilizando inteligencia artificial para mejorar la eficiencia y accesibilidad.	* Investigación de los parámetros, normativas y requerimientos que son parte fundamental para la implementación del módulo didáctico.	*Buscar documentos que rigen con las normativas necesarias. *Selección de documentación a utilizar	*Recopilación de datos. *Hojas de datos

	*Interpretar los reglamentos necesarios para el sistema domótico.		
Realizar un análisis exhaustivo de las diversas alternativas tecnológicas para la implementación de la domótica.	*Determinar los componentes, equipos y materiales necesarios para la construcción y óptimo funcionamiento del módulo. *Especificar las cantidades exactas de todos los componentes necesarios para el circuito del módulo.	*Listado de materiales y dispositivos *Materiales y dispositivos que son parte del módulo	* Análisis Estadístico e Interpretativo *Documento de lista de trabajo.
Elaborar una guía de usuarios que describa las funciones y operaciones del módulo experimental, que permita una mejor comprensión de la inteligencia artificial aplicado a la domótica.	*Definir cada uno de los elementos que están ubicados en el módulo como el ensamble y la utilización. *Establecer los conjuntos necesarios de todos los mecanismos que	*Guía de uso de materiales *Documentación escrita, gráfica y módulo finalizado	*Hojas de recopilación de datos. *Software a utilizar para la inteligencia artificial *Dispositivo óptico mecánico

	hacen parte del circuito implementado.		para las diapositivas.
--	--	--	---------------------------

3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

3.1 ANTECEDENTES

En la localidad de Huacho, Perú, se llevó a cabo un proyecto de titulación para obtener el grado de Ingeniero Eléctrico, centrado en la elaboración de un método domótico, una observación del consumo de energía eléctrica en una vivienda familiar en el Distrito de Pativilca. Este proyecto fue desarrollado por Wesley Bernardo Guzmán Muñoz, estudiante de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, en el año 2023. En su tesis, titulada "Interfaz inteligente para la comprobación de un sistema domótico gestionado por PROLOG", Guzmán Muñoz se propuso ampliar el ámbito de aplicación del lenguaje de programación PROLOG, utilizándolo como un gestor de información para controlar sistemas domóticos, aprovechando las características de procesamiento inteligente que ofrece este lenguaje. La investigación se enmarca dentro del tipo aplicado experimental, los resultados obtenidos señalan que para la captura de datos de los sensores se estableció un tiempo de respuesta de 20 milisegundos entre cada dato desde la Entorno de Desarrollo Integrado (IDE) de Arduino. Este enfoque permite al sistema evitar la saturación y realizar un muestreo continuo durante su funcionamiento [1].

En México, específicamente en la ciudad de Chiapas durante el año 2021 se llevó a cabo una investigación titulada Domótica e inmótica para el ahorro de energía. Su objetivo principal era analizar el potencial de ahorro energético mediante el uso de dispositivos inteligentes basados en los principios de domótica e inmótica. El estudio se centró en una investigación analítica sobre la aplicación de estas tecnologías para mejorar la eficiencia energética, con el propósito de satisfacer la demanda de edificaciones con un menor consumo de energía. Los resultados obtenidos revelaron que el electrodoméstico que más energía consume en los hogares es el refrigerador, seguido por el aire acondicionado, mientras que los ventiladores también representan un alto consumo. Además, el autor concluyó que la domótica ofrece una

serie de ventajas, no solo en términos de comodidad para el usuario, como la automatización de luces, persianas y el control de la climatización, sino también en seguridad, mediante la capacidad de monitorear cámaras y detectar la presencia de personas a través de sensores, además de contribuir al ahorro energético mediante la gestión inteligente de los dispositivos del hogar [2].

En su investigación titulada "La Integración de Domótica en la Construcción de Viviendas Populares", el autor da una investigación de una implementación tecnológica, es la aplicación de tecnología se propone como objetivo principal en las viviendas para gestionar de manera eficiente en términos energéticos, seguros y cómodos para los diversos usuarios, los diferentes dispositivos e instalaciones domésticas presentes en el hogar. La domótica ha sido reconocida y aplicada desde la década de los 80 con un desarrollo más notable en países como Estados Unidos y Japón, aunque con enfoques distintos de casa país. En los últimos años los países europeos, se han sumado a esta tendencia, motivados por los avances tecnológicos en comunicaciones. Hoy en día, el control y regulación sean llevados a cabo de manera efectiva por los seres humanos. Además, la domótica se asocia cada vez más, especialmente en el ámbito de las telecomunicaciones, al concepto de hogar digital o conectado [3].

La historia de la domótica revela que no existe una fecha precisa que marque su inicio ya que se trata de un proceso evolutivo que se originó con las redes de control de edificios inteligentes y se han ido adaptándose a las necesidades específicas del ámbito doméstico. Esta en el cambio del desarrollo de la computación y la electrónica. En 1978, se introdujo en el mercado el sistema, que establece un lenguaje para la comunicación entre dispositivos compatibles, permitiendo controlar luces y electrodomésticos a través del sistema eléctrico existente, sin necesidad de nuevas instalaciones de cables adicionales. Cada dispositivo tiene una dirección única dentro de un total de 256 direcciones, lo que facilita la conexión y configuración según las preferencias del usuario. Posteriormente, se incorporaron sistemas de control más avanzados para gestionar las instalaciones domóticas [4].

3.2 SISTEMA DOMÓTICO

El término "sistema domótico" se refiere a un "control integrado de múltiples elementos", lo que implica una "red de control" en la que se conectan diversos elementos "inteligentes" capaces de comunicarse y coordinarse entre sí. Esto introduce el concepto de "inteligencia", que marca la diferencia con respecto al concepto de "automatización" pura. En consecuencia, estos sistemas se encargan de controlar de manera integrada varios componentes de una instalación, con la finalidad principal:

- Modernizar el confort mediante la automatización de elementos de la instalación.
- Gestionar técnicamente la energía, por ejemplo, fomentar el ahorro de la eficiencia energética [5].

El concepto domótico, derivado del latín domus (casa) y automática, describe el concepto de una vivienda automatizada, también conocida como "casa inteligente". En el ámbito de domótica, se refiere comúnmente como home networking o smart home. Una casa inteligente se caracteriza por la integración y automatización de sus dispositivos a través de una red, principalmente mediante Internet. Estos dispositivos pueden ser controlados y ajustados desde dispositivos remotos o incluso desde dentro de la propia casa. Además, están programados para responder de manera específica ante cambios detectados en su entorno [6].

Un edificio inteligente se caracteriza por su capacidad para promover un entorno de trabajo eficiente y productivo mediante la optimización de sus cuatro componentes fundamentales: estructura, sistemas, servicios y gestión, y la interacción entre ellos. Estos edificios contribuyen a operadores, ocupantes logren sus objetivos en diferentes términos de costos, facilidad, seguridad, flexibilidad y comercialización. Este término se popularizó en la década de los 80 para referirse a edificios equipados con sistemas automatizados que controlan la temperatura, iluminación, ascensores, seguridad y acceso [7].

3.3 EL SISTEMA DOMÓTICO EN UN DOMICILIO

En un sistema domótico básico establece una red de contacto, como muestra la Figura 3.1, que facilita un enlace de una serie de dispositivos para recopilar información precisa sobre el

entorno doméstico. Utilizando esta información como base, se ejecutan acciones específicas en dicho entorno. El funcionamiento es esencialmente el siguiente: los dispositivos de campo, como detectores y sensores, envían diversas señales a una unidad central inteligente. Esta unidad central procesa y analiza la información recibida. Posteriormente, según la indagación de un programa preestablecido, de un acuerdo de circuitos de potencia, específicos conectados con las diferentes marcas provenientes de los dispositivos de campo oportunos.

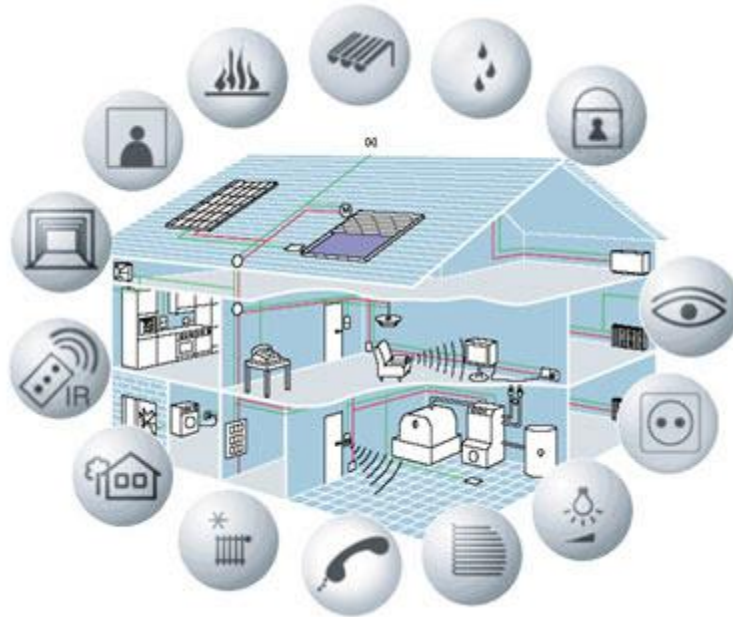


Figura 3.1 Diseño de un domicilio conectada a una red [9].

Dentro de las capacidades de un sistema domótico, se incluyen:

- Control remoto desde el interior de la vivienda: Esto se logra a través de una comunicación con diversos dispositivos, como mandos a distancia o buses de comunicación. Esta función reduce la necesidad de desplazarse dentro del hogar, lo cual puede ser especialmente útil para personas mayores o con discapacidades.
- Control remoto desde el exterior de la vivienda: Permite cambiar los horarios de las tareas domésticas, como encender la iluminación desde el automóvil al llegar a casa. Además, mejora la seguridad y el bienestar del usuario.

- **Programación:** Los sistemas domóticos pueden programarse para realizar funciones con un simple toque de botón o en base a condiciones específicas del entorno, como movimiento, hora o temperatura. Esto aumenta el confort y ahorra tiempo.
- **Acceso a servicios externos:** Los sistemas domóticos brindan una entrada a la alternativa de servicios externos, como información, compras en línea, banca electrónica y atención médica a distancia. Esto resulta especialmente útil para familias con ambos cónyuges trabajando, ya que ahorra tiempo en la gestión de estos servicios [9].

3.4 DISPOSITIVOS CONECTADOS AL SISTEMA

Los sistemas domóticos pueden abarcar a partir de un solo conector que ejecuta una tarea específica incluso métodos complejos que intervienen habitualmente todas las instalaciones de un domicilio como se indica en la Figura 3.2. Los de estos sistemas logran clasificarse en diferentes conjuntos:

3.4.1 Sensor

Recopilan información sobre diversos parámetros y la transmiten al sistema. Estos sensores pueden medir agua, vapor, humo, temperatura, viento, humedad, lluvia, iluminación, entre otros.

3.4.2 Controlador

Interpretan la investigación recibida del método y toman decisiones según la clasificación establecida. Obtiene uno o varios controladores distribuidos en el sistema [10].

3.4.3 Actuador

Son dispositivos capaces de recibir órdenes y ejecutarlas, modificando las características del entorno domótico, como encender o apagar, subir o bajar, abrir o cerrar, entre otras acciones.

3.4.4 Bus

Es el medio de declaración que transporta la información entre los diferentes conectores, ya sea a través de una red conveniente o mediante las redes de otros sistemas, como la red eléctrica, telefónica o de datos. También puede ser inalámbrico.

3.4.5 Interfaz

Son los conectores, como pantallas, teléfonos móviles, Internet o interruptores, que muestran la información del sistema a los usuarios y les permiten interactuar con él [11].



Figura 3.2 Dispositivos del Sistema Domótico [11].

3.5 SISTEMA DE CONTROL

Un sistema de control se reduce como un sistema capaz de adquirir información a través de sus entradas, comúnmente sensores, procesar esta información y enviar órdenes o comandos a sus salidas, usualmente actuadores. Estos sistemas son diseñados para proporcionar la automatización deseada por los usuarios de la vivienda domótica. Según la forma en que se comuniquen los diferentes elementos del sistema, existen tres tipos de topologías que pueden ser utilizadas en la actualidad.

- Sistema de control centralizado
- Sistema de control descentralizado

- Sistema de control distribuido

3.5.1 Sistema de Control Centralizado

Estos sistemas consisten en múltiples dispositivos conectados a un nodo central, creando así una unidad de control que supervisa y gestiona toda la instalación. En esta configuración, el nodo central procesa la investigación recibida de los sensores u otros nodos y, en base a la clasificación determinada por el usuario del domicilio, emite órdenes a otros nodos y actuadores que constituyen parte del método.

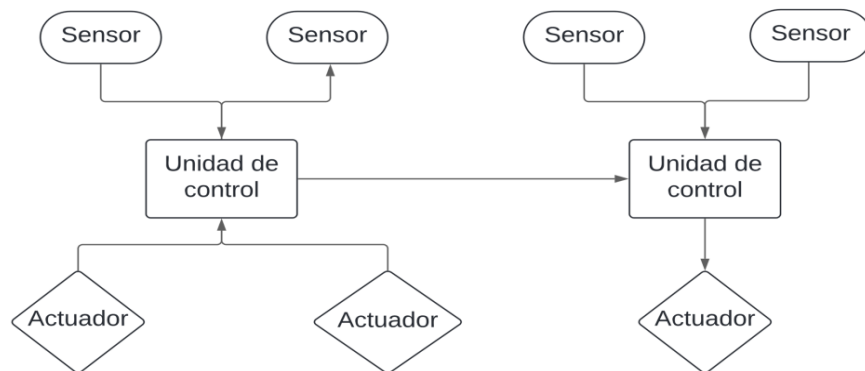


Figura 3.3 Método de Control Centralizado [12].

En esta topología, cada unidad de control administra una sección específica de la instalación, como en la Figura 3.3. En caso de que una unidad de control falle o se averíe por algún motivo, esto no afectará a todo el sistema, sino únicamente a la zona que dicha unidad controla [12].

3.5.2 Sistema de Control Descentralizado

En contraste con un sistema domótico centralizado, uno descentralizado se distingue por el hecho de que cada dispositivo cuenta con su propio procesador integrado como en la Figura 3.4. En este caso, cada dispositivo gestiona la información programada por el fabricante para ejecutar una aplicación específica, destinada a cumplir ciertas funciones particulares. Cada dispositivo opera de acuerdo con la información que recibe a través

del bus de datos, que sirve como la conexión entre todos los dispositivos y por donde se transmite la información entre ellos [12].

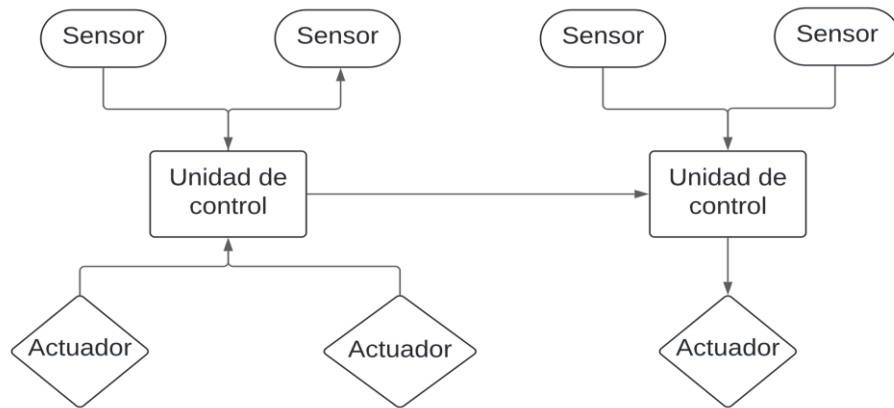


Figura 3.4 Método de Control Descentralizado [12].

3.5.3 Sistema de Control Distribuido

Colocar el método de control en proximidad al dispositivo a controlar el sistema domótico una notable elasticidad. Esto implica que, si un dispositivo específico no puede ser controlado, no afectará la capacidad de controlar otros dispositivos. Los aspectos más relevantes a considerar para la adopción de esta arquitectura incluyen los medios de entrega, la rapidez de comunicación y el ejemplo de formalidad como se indica en la Figura 3.5. Estas características son fundamentales al momento de implementar una arquitectura de este tipo [13].

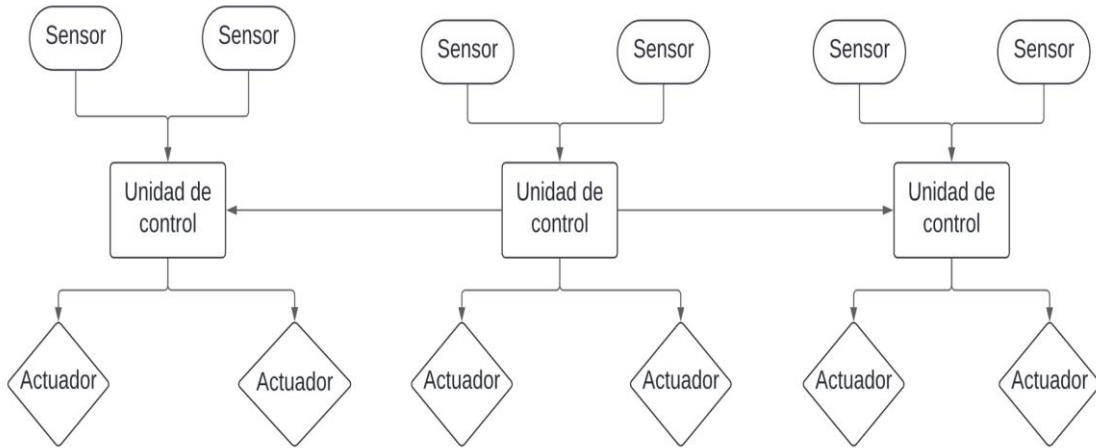


Figura 3.5 Método de Control Distribuido [13].

3.6 TEORÍA DE LA MENTE

Esta habilidad es fundamental en la cognición social (CS), un conjunto de destrezas cognitivas que permite comprender el mundo social y relacionar de manera efectiva con los demás. Al representar los estados mentales de los demás, como sus percepciones, objetivos, creencias y expectativas, se regula las interacciones sociales en función de la comprensión de que los individuos que los rodean tienen una mente separada, con intenciones, creencias, deseos y estados emocionales que podemos inferir e interpretar [14].

3.6.1 Base de datos

Una base de fichas es una recopilación constituida de investigación o datos organizados, típicamente almacenada electrónicamente en un método informático. Por lo ordinario, está gestionada por un método de comisión de bases de identificaciones DBMS. Conjuntamente, los datos, el DBMS y los estudios asociados constituyen lo que se conoce como un sistema de bases de datos frecuentemente realizado como base de datos [15].

3.6.2 Reconocimiento de voz

El reconocimiento de voz, implica la colaboración entre un programa de computadora y un conector de hardware capaz de interpretar el lenguaje hablado y ejecutar comandos o escribir sin necesidad de un teclado. Los avances en inteligencia artificial han ampliado significativamente las posibilidades de este subcampo, permitiendo la interacción con dispositivos sin necesidad de contacto físico [15].

3.6.3 Síntesis vocal

La síntesis de voz se refiere a la generación artificial del habla humana, comúnmente llamado comando de voz, donde el texto escrito se convierte automáticamente en discurso hablado. Al elegir la síntesis de voz adecuada, es fundamental tener en cuenta diversos factores, como el idioma requerido, el ejemplo de voz deseado, la disposición del habla y el proveedor del servicio [16].

3.7 TECNOLOGÍAS CON IA EN LA DOMÓTICA

En los últimos años, han emergido dos aplicaciones destacadas en el ámbito de los hogares inteligentes, la tecnología de Home Assistant y Amazon. Así mismo en diversos mercados, existen otras opciones que también están ganando popularidad. Estos sistemas ofrecen un valioso apoyo en la automatización de hogares inteligentes.

3.7.1 Home Assistant

Se trata de un método operativo de código abierto integral que facilita la integración de una extensa escala de marcas y dispositivos domóticos de manera simultánea, otorgándonos un control total sobre la domótica en nuestro hogar. Una vez que hemos incorporado todos los dispositivos al sistema, mediante lo que se conoce como integraciones, podemos configurar diversas automatizaciones para que ejecuten acciones específicas según nuestras preferencias.

3.7.2 Amazon

Amazon Alexa, junto con otros espectadores virtuales como Google Assistant, Siri y Cortana, tiene el potencial de transformar un hogar en inteligente para aquellos que prefieren el control por voz. Su funcionamiento es similar al de otros asistentes: al llamarlo por su nombre, el altavoz o conector en el que esté completado comienza a atender. Luego, al emitir un orden verbal, el asistente lo reconocerá y responderá con la información solicitada.

4. METODOLOGÍA

El concepto de automatización se refiere a un proceso que ha presentado una investigación profunda, a cabo de varios de años con lo cual esto ha ido evolucionando, hoy en día no solo se puede programar funciones de eléctrica básica, sino que también se logró realizar la integración de la inteligencia artificial para llevar a cabo diversas tareas como seguridad y control de consumo eléctrico.

4.1 METODOS

En la elaboración de una oferta tecnológica, se utilizaron diversos métodos de investigación que se alinearon con los principios del método científico, los mismos incluyen:

4.1.1 Método Analítico

Dado que la propuesta tecnológica implica la creación de un módulo didáctico, es crucial determinar las funciones de cada uno de sus componentes. Con este propósito se hace uso del método analítico. Este método no solo ayuda a diagnosticar problemas, sino que también facilita la formulación de hipótesis para resolverlos mediante un estudio detallado y segmentado. El método analítico se compone de diversas etapas como la observación descriptiva, pruebas críticas, de escenas entre otras, es posible descomponer el módulo en sus etapas individuales para comprender cómo funciona. Si es necesario, esto permitirá identificar los problemas existentes y establecer las conexiones adecuadas entre las etapas. Este desglose detallado de partes y etapas que facilitará una comprensión del manejo del módulo.

4.1.2 Método Deductivo

Una vez que se ha construido el módulo, se procede a analizar y recopilar información sobre las corrientes y voltajes de cada elemento que se instalará en él. El enfoque deductivo, además, permite el uso de la lógica para derivar conclusiones a partir de premisas consideradas como verdaderas. Este método permite avanzar desde lo general de vivido a la particularidad, por lo tanto, la importancia de los resultados depende de la precisión de las de los indicios iniciales. En el contexto específico de la propuesta tecnológica, se plantea el uso de premisas confiables para conseguir conclusiones sólidas. Para lograrlo, se emplearán instrumentos de medición que proporcionen una referencia precisa, y se utilizarán diversos métodos para la medición en función del análisis de datos recopilados para obtener resultados variados como se muestra en la Figura 4.1.

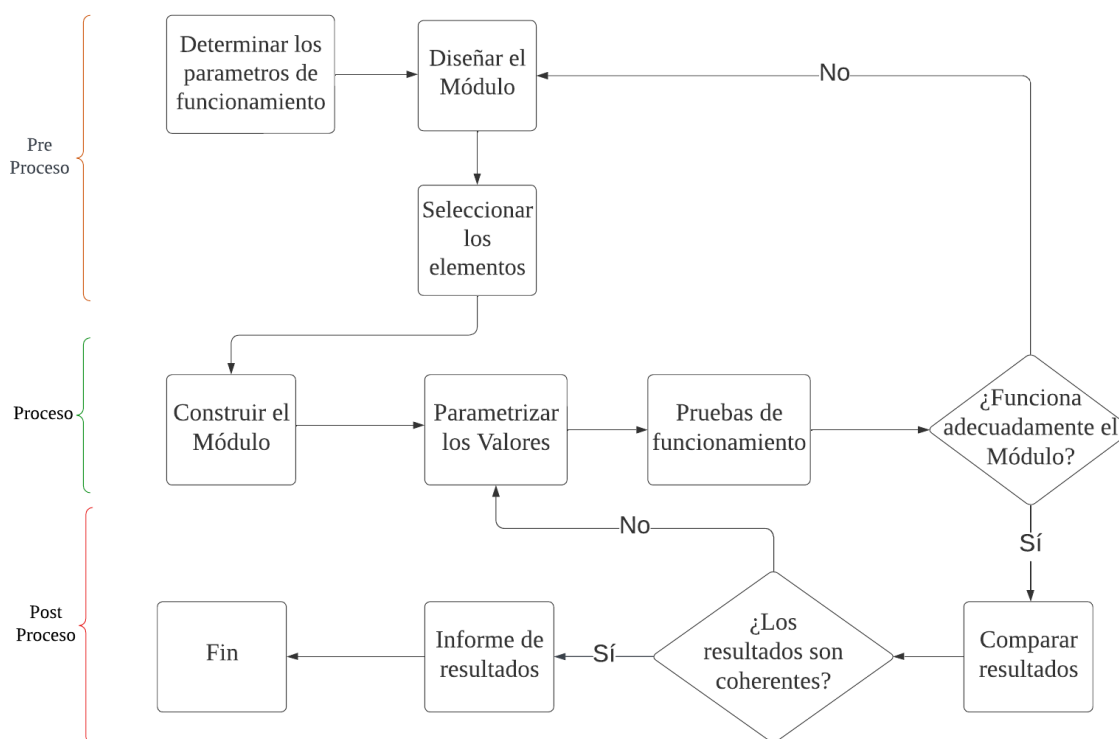


Figura 4.1 Diagrama de flujo de los pasos del módulo domótico.

4.2 MATERIALES

Para la edificación del módulo, se tiene determinado un proceso constituido que se desplegará en diferentes fases. Cada uno de estos períodos han sido seleccionado duramente para asegurar el mejor beneficio de nuestro módulo de trabajo en donde se consideró las siguientes alternativas como la selección de materiales, selección del programa de computador, alimentación del módulo, los elementos de protección, diseños del módulo, simulación, prueba de consecuencias y para finalizar el estudio de consecuencias las iguales que se presentaran en los consecutivos apartados.

4.2.1 Etapa de selección de materiales

En esta etapa se realizará la elección de materiales directos para la edificación de nuestro módulo en donde se tomará en cuenta las mejores características realizando una tabla de comparación para la selección del material más adecuado la misma que nos ofrecerá la mejor relación entre calidad precio, durabilidad y compatibilidad al momento de ubicarlo en nuestro modulo.

4.2.2 Etapa de la inteligencia artificial

➤ Amazon Alexa

Amazon Alexa es un asistente de inteligencia artificial desarrollado por la empresa Amazon. Se presenta como un dispositivo capaz de ejecutar diversas tareas o funciones a través de simples comandos de voz. Este dispositivo inteligente fue lanzado al mercado en 2014 como parte de la serie de altavoces inteligentes Echo. Presenta modelo de activación fácil ya que en su nombre presenta una consonante de carácter fuerte el mismo que nos brinda una gran facilidad al momento de dar un comando de voz para la realización de una actividad. Según su fabricante el nombre AMAZON ALEXA fue inspirado en la biblioteca de Alejandría.

En la actualidad AMAZON ALEXA está rondando en el precio de mercado entre los 40 y 70 dólares, esto dependiendo claramente del tipo de generación y del modelo de altavoz de la línea Echo, el mismo que nos da la facilidad de poderse vincular con dispositivos inalámbricos como dispositivos móviles mediante la conexión de la red Wi-Fi. El cual brinda

una información de diferentes aspectos ya que nos brinda la facilidad que guardar nuestra información en una base de datos gracias a esto este dispositivo de inteligencia artificial nos brinda funciones de mucha utilidad entre una de ellas se destaca como un dispositivo idóneo para el control del hogar mediante sus diferentes comandos de voz [17].

En la actualidad se presentan sus mejores versiones en la línea Echo Dot.

Tabla 1: Modelo hecho Amazon Alexa [17].

MODELO	CARACTERÍSTICAS
<p>Echo Dot 3era Generación</p>	 <ul style="list-style-type: none"> • Dimensiones: 43x99x99mm • Peso:300 gramos • Conectividad: Wi-Fi de banda 802.11 a/b/g/n (2,4 y 5 GHz) Bluetooth A2DP • Sonido: Altavoz de 40 mm • Compatibilidad: Su app ALEXA es compatible con dispositivos Fire OS, Android e IOS • Domotica: Si • Entrada/Salida: Entrada /Salida de 3.5
<p>Echo Dot 5ta Generación</p>	 <ul style="list-style-type: none"> • Dimensiones: 100 x 100 x 89 mm • Peso: Sin reloj 340 gramos - Con reloj 349 gramos • Conectividad: Wi-Fi 802.11a/b/g/n/ac (2,4 y 5 GHz), Bluetooth A2DP y AVRCP • Sonido: Altavoz frontal de 44 mm (1,73”), Audio HD sin pérdidas • Compatibilidad: La app de Alexa es compatible con dispositivos Fire OS, Android y iOS; además, puedes acceder a ella en un navegador web • Domotica: Si • Entrada/Salida: Entrada /Salida de 3.5



La Tabla 1, muestra una comparación de las diferentes características entre en las diferentes versiones de AMAZON ALEXA en sus diferentes generaciones de la línea Echo Dot y por ende se llegó a la elección de tomar a la última generación para la creación de nuestro modulo.


➤ **Microcontrolador**

Un microcontrolador se describe como un dispositivo electrónico compacto que integra un procesador central, memoria y periféricos de entrada/salidas programables, todo en un solo chip. Este chip actúa como un repositorio para almacenar información. Uno de sus principales usos es en aplicaciones específicas, donde facilita el control de diversos dispositivos y procesos de programación. Además, los microcontroladores son notables por su versatilidad al conectarse con distintos dispositivos, incluyendo sistemas de inteligencia artificial.

Para la creación de este módulo se optó la utilización de un microcontrolador principal el que estará destinado a ser el cerebro o base de datos de nuestro proyecto el mismo que esta adicionalmente incorporado a un microcontrolador adicional que será la cámara, la misma que estará conectada de un puerto de Wi-Fi y conexión física que requerirá de un microcontrolador con características y un nivel de procesamiento importante los que no comprometan el aspecto calidad-precio con lo cual se propuso una comparación entre algunos microcontroladores de excelentes características las cuales nos entregen una solución para la fabricación de nuestro modulo y lo más importante que nos presenten el aspecto calidad precio que sea compatible con los elementos ya mencionados [18].

Tabla 2: Selección de microcontroladores [18].

Modelo	CARACTERÍSTICAS
<p>Raspberry Pi 4</p> <p>Modelo B</p>	 <ul style="list-style-type: none"> • Procesador: Broadcom QuadCortex-A72 @1.5 GHz • CPU: Quad Cortex-A72 @ 1.5 GHz • Set de instrucciones: ARMv8 • GPU: VideoCore VI • RAM: 1GB, 2 GB, 4GB • Almacenamiento: MicroSD • Ethernet: 10/100/1000 • Wireless: 802.11ac, Bluetooth 5.0, BLE • Salidas de vídeo: 2 × micro-HDMI • Salidas de audio: HDMI / Auriculares
<p>Raspberry Pi 3</p> <p>Modelo B</p>	 <ul style="list-style-type: none"> • Procesador: BCM2837 • CPU: Quad Cortex-A72 @ 1.2 GHz • Set de instrucciones: ARMv-8 • GPU: VideoCore VI 400 MHz • RAM: 1GB SDRAM • Almacenamiento: MicroSD • Ethernet: 10/100 • Wireless: 802.11ac, Bluetooth 4.0 • Salidas de vídeo: HDMI / Composite • Salidas de audio: HDMI / Auriculares

<p>Raspberry Pi</p> <p>Zero</p>	 <ul style="list-style-type: none"> • Procesador: BCM2835 • CPU: ARM11 @ 1 GHz • Set de instrucciones: ARMv6 • GPU: VideoCore VI 250 MHz • RAM: 512MB SDRAM • Almacenamiento: MicroSD • Ethernet: 10/100 • Wireless: NO • Salidas de vídeo: HDMI / Composite • Salidas de audio: HDMI
---------------------------------	--

Para el desarrollo del módulo como se observa en la Tabla 2, se tomó la elección de utilizar el microcontrolador Raspberry Pi 4, debido que el mismo presenta las características un modelo de CPU Quad Cortex- A72 que trabaja a 1.5GHz y un memoria RAM de una capacidad de 4 GB y por ende la última versión de tecnología Wi-Fi y Bluetooth, todas estas características que se presentaron en la tabla anterior cumplen los requerimientos necesarios para el desarrollo de nuestro módulo ya que posee la facilidad de conectarse con los dispositivos de inteligencia artificial

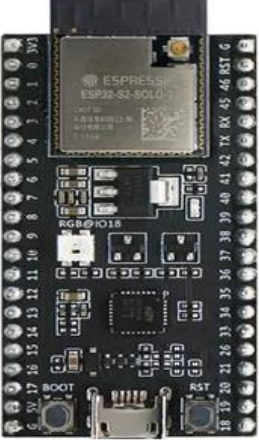

➤ **Módulo Wi-Fi**

Un módulo Wi-Fi se lo denomina como un dispositivo electrónico el cual permite conectarse a otros dispositivos electrónicos de forma inalámbrica a la red de internet, este tiempo de módulo son muy esenciales para los diferentes aspectos en torno la tecnología ya que facilitan la comunicación inalámbrica y la integración de internet en una variedad amplia de dispositivos.

Para la selección del módulo de Wi-Fi se tomó como referencia la conectividad entre el microcontrolador anteriormente mencionado Raspberry Pi 4, ya que es significativo tomar en cuenta la capacidad de proceso para la transmisión de datos hacia la plataforma.

Para esto se realizó una comprobación en la Tabla 3, la mismas que nos muestra un estudio de las tipologías de los microcontroladores que estarán usados.

Tabla 3: Modelos de módulos de Si-Fi.

MODELO	CARACTERÍSTICAS
<p>ESP32</p>	 <ul style="list-style-type: none"> • Voltaje y corriente de operación: 2.7- 3.6Vdc 80mA • Microcontrolador: Dual core Tensilica Xtensa • LX6 (32 bit) • Velocidad de transmisión: 150Mbps • Seguridad: WPA/WPA2 • Potencia de emisión: +9 dBm 97 dBm sensitivity +20.5 • dBm of power • Protocolos de red: IPv4 y protocolos TCP/UDP/ HTTP/FT • Wifi: HT40 • Puertos GPIO: 24 (Algunos pines solo como entrada) • Puertos ADC: 18 (3.3V, 12bit: 4095, tipo SAR, • Ganancia programable) • Puertos PWM: 16 consagrables como PMW 3.3V • Características adicionales: Integra un módulo Bluetooth
<p>Modulo wifi ESP8266</p>	 <ul style="list-style-type: none"> • Voltaje y corriente de operación: 2.7- 3.6Vdc 80mA • Microcontrolador: Dual core Tensilica Xtensa • LX6 (32 bit) • Velocidad de transmisión: 150Mbps • Seguridad: WPA/WPA2 • Potencia de emisión: +9 dBm 97 dBm sensitivity +20.5 • dBm of power • Protocolos de red: IPv4 y protocolos TCP/UDP/ HTTP/FT • Wifi: HT40 • Puertos GPIO: 24 (Algunos pines solo como entrada) • Puertos PWM: 16 consagrables como PMW 3.3V • Características adicionales: Integra un módulo Bluetooth

Para la realización del trabajo se tomó como mejor opción al módulo Wi-Fi ESP-32 como se muestra en la Tabla 3, el mismo que es un microcontrolador más ventajoso debido gran tasa de transmisión, también cuenta con una mayor número de puertos digitales y analógicos a comparación del módulo Wi-Fi ESP8266, una de sus características más destaca es su fácil compatibilidad con diversos protocolos de la red así también presenta una antena con mayor

sensibilidad y además de esto tienes entre sus componentes incluido una integración Bluetooth.

4.2.3 Etapa de recopilación y análisis de datos de voltaje y corriente



➤ Modulo Relé

El módulo relé posee una alta calidad de manejo como la capacidad de manejar cargas de alrededor de 250V/10A. estos dispositivos poseen la capacidad de tener un aislamiento eléctricos en cada uno de sus canales esto por moderado de un opto acoplador y un elemento led el cual nos muestra el estado de funcionamiento del mismo. Una de sus características más importantes es su fácil acoplamiento con diferentes elementos ya sea Arduino y en mejor de los casos el acoplamiento de IA para la realización de nuestro módulo se conecta fácilmente con la inteligencia artificial, microcontrolador denominado Raspberry Pi serie 4 modelo B y compatibles con un módulo de Wi-Fi ESP32.

El uso de este elemento facilita la compatibilidad de diferentes dispositivos que no poseen la función de activación automática, con lo cual este elemento nos da la facilidad de manejar diferentes dispositivos ya sea sistemas de iluminación, sistemas de fuerza, sensores en sus diferentes composiciones por lo cual es crucial elegir el relé que mejor se ajuste a las necesidades para la creación de nuestro módulo [19].

Para esto se realizó una comprobación en la Tabla 4, la mismas que nos muestra un análisis de las características del módulo relé con sus diferentes canales.

Tabla 5: Modulo Relé [19].


MODELO	CARACTERÍSTICAS
Módulo de relé de 8 canales	 <ul style="list-style-type: none"> • Voltaje de Operación: 5V DC. • Señal de Control: TTL (3.3V o 5V). • Modelo Relay: SRD-05VDC-SL-C. • 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. • Entradas: Optoacopladas. • Indicadores: LED de activación
Módulo de relé de 4 canales	 <ul style="list-style-type: none"> • Voltaje de Operación: 5V DC. • Señal de Control: TTL (3.3V o 5V). • Modelo Relay: SRD-05VDC-SL-C. • 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. • Entradas: Optoacopladas. • Indicadores: LED de activación

Para la creación de nuestro modulo se optó por la utilización de del módulo relé de 8 canales la cual es ideal para realizar diferentes interfaces de conexión ya sea con los diferentes sensores y su facilidad al conectarse con el microcontrolador Raspberry y el un módulo de Wi-Fi ya presenta la características de solo necesitar 5 V DC para su activación por lo que no va a presentar ningún inconveniente al momento de ser instalado ya que solo necesita tener una instalación independiente esto según el número de componentes que se vaya a incluir.

➤ DHT11

En la Tabla 6, el DHT11 se destaca por su interfaz de comunicación digital de una sola línea, lo que facilita su integración con diversos microcontroladores. Aunque requiere una resistencia pull-up de 10 kΩ en la línea de datos, tiene un tiempo de respuesta de 5 segundos, con un máximo de 10 segundos, lo que lo hace adecuado para aplicaciones que no requieren actualizaciones en tiempo real. Este sensor es ideal para sistemas de control de clima y dispositivos IoT, siendo ampliamente utilizado en proyectos con Arduino, Raspberry Pi y ESP8266/ESP32. La conectividad del DHT11 se realiza a través de cuatro pines: VCC (alimentación), GND (tierra), Data (entrada y salida) y un pin no conectado (NC), lo que simplifica su integración en una variedad de proyectos electrónicos.

Tabla 6: Características del elemento de DHT11.


MODELO	CARACTERÍSTICAS
DHT11	 <p>Medición de Temperatura</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rango de medición: 0 a 50°C • Precisión: ±2°C • Resolución: 1°C <p>Medición de Humedad</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rango de medición: 20% a 90% HR (Humedad Relativa) • Precisión: ±5% HR • Resolución: 1% HR <p>Voltaje de Operación</p> <ul style="list-style-type: none"> • 3.3V a 5.5V <p>Consumo de Corriente</p> <ul style="list-style-type: none"> • Máximo 2.5 mA durante la conversión de medición

➤ PZEM004T

Como se presenta en la Tabla 7, el PZEM-004T se comunica mediante una interfaz serial RS485 para implementar el protocolo Modbus RTU, lo que facilita la combinación con sistemas de monitoreo y control. Este módulo opera con un voltaje de 80-260V AC y, a pesar

de su bajo consumo de energía, ofrece una gran precisión en sus mediciones, proporcionando datos confiables, adecuados tanto para entornos industriales como residenciales. Sus aplicaciones son variadas, incluyendo el monitoreo de parámetros eléctricos en sistemas de energía domésticos, comerciales e industriales, así como su uso en sistemas de automatización y control de energía. La interfaz serial y el protocolo Modbus RTU permiten una fácil integración con otros dispositivos y el sistema en general. Además, el módulo cuenta con un transformador de corriente que permite medir la corriente sin necesidad de interrumpir el circuito.

Tabla 7: Características del modelo PZEM004T.

MODELO	CARACTERÍSTICAS
PZEM004T	<div style="display: flex; align-items: center;">  <div style="margin-left: 20px;"> <p>Mediciones Eléctricas:</p> <p>Voltaje</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rango: 80-260V AC • Precisión: $\pm 0.5\%$ <p>Corriente</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rango: 0-100A (con transformador de corriente) • Precisión: $\pm 0.5\%$ <p>Potencia Activa</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rango: 0-22kW • Precisión: $\pm 0.5\%$ <p>Energía</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rango: 0-9999kWh • Precisión: $\pm 0.5\%$ <p>Frecuencia</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rango: 45-65Hz • Precisión: $\pm 0.5\%$ <p>Factor de Potencia</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rango: 0.00-1.00 • Precisión: ± 0.01 </div> </div>


4.2.4 Etapa de Elemento protegido

➤ Sistema de fuerza

Son dispositivos eléctricos que brinda un punto de conexión a la red para cualquier equipo eléctrico mediante enchufe, estos van montados en diferentes lugares como paredes, pisos lo que permite al usuario enchufar diferentes artefactos eléctricos. Los tomacorrientes o puntos de conexión son componentes muy importantes en la construcción de una vivienda facilitando la conexión segura y efectiva de dispositivos eléctricos a la fuente de energía principal.

Para este trabajo se optó por la elección de la marca cooper la cual es la más utilizada en el ámbito eléctrica al momento de realizar su instalación lo que presenta la importancia de brindar seguridad al usuario como se muestra en la Tabla 8 [21].

Tabla 8: Características del tomacorriente cooper [21].

MODELO	CARACTERÍSTICAS
MARCA COOPER	 <ul style="list-style-type: none">• Tipo: Toma doble polarizado• Montaje: Empotrado• Voltaje: 125V• Material: Policarbonato• Color: Blanco• Amperaje: 15A

➤ Sistema de iluminación

Para el sistema de iluminación se optó por utilizar boquillas de porcelana que son un accesorio eléctrico utilizados generalmente para la conexión de focos y puntos de iluminación entre otros dispositivos. La porcelana es un material que presenta la característica de poder resistir altas temperaturas y por presentar un aislamiento superior a comparación de su contra parte que siendo las boquillas de pastico las que presentas un menor grado de resistencia a la temperatura.

Este tipo de boquilla son especialmente utilizadas donde la seguridad y durabilidad son un aspecto muy importante como se observa en la Tabla 9.

Tabla 9: Caracterizas de la boquilla de porcelana.

MODELO	CARACTERÍSTICAS
Boquilla plafón de cerámica tipo E27 para sobreponer	 <ul style="list-style-type: none"> • Diámetro: 114 mm de diámetro • Voltaje :4A • Amperaje: 110V • Material: cerámica

➤ Sistema de seguridad

Se presenta un sistema de seguridad por alarma el cual se denomina como dispositivos electrónicos que están diseñados para dar alerta en función de las actividades sospechosas o de peligro. Este sistema de seguridad puede ir incorporada a diversos elementos tales como un sistema de reconocimiento facial que estará conectada a una base de datos incorporada en un Raspberry Pi 4 lo que emitirá una señal al momento de que el reconocimiento por cámara no detecte en su base de datos a la persona en particular, con esta acción el sistema de seguridad se activará dando como resultado el encendido de la alarma. Estos sistemas son fundamentales para proteger propiedades residenciales, comerciales e industriales.

Para la implementación de nuestro sistema es importa la disposición de un método de seguridad con la función de dar aviso al momento que se presenten diversos peligros para lo cual se propone estudiar las distintas cualidades de los diversos tipos de elementos de seguridad.

Tabla 10: Características de alarmas se seguridad [20].

MODELO	CARACTERÍSTICAS
<p>Sirena zoom S103</p>	 <ul style="list-style-type: none"> • Marca: Alarmas-zoom • Voltaje de funcionamiento: 6 Vdc – 12 Vdc • Potencia Nominal: 15 W • Conexión: Cable • Peso: 430g • Nivel de sonido : 110dB
<p>Sirena Bocina 15 Watts</p>	 <ul style="list-style-type: none"> • Marca: Tecnosat • Voltaje de funcionamiento: 6 Vdc – 15Vdc • Potencia Nominal: 15 W • Conexión: Cable • Peso: 700g • Nivel de sonido : 112dB

Se determina que la mejor opción la sirena zoom S130 para el sistema de seguridad ya que posee un sistema de consumo bastante bajo por alrededor de los 6 a 12 V, DC acompañado de su potencia nominal a comparación de su contraparte que en si no tiene variación, con esto tomando en cuenta su peso que es bastante inferior, aunque en nivel de sonido se presenta una ligera variación que no es tan notoria de 2 dB como muestra la Tabla 10.

4.2.5 Etapa de Programación

➤ Cámara para reconocimiento facial

Dentro de las diferentes utilidades que puede entregar un sistema domótica se presenta la idea de la incorporación de una cámara que tiene el trabajo de brindar seguridad al usuario en su entorno con lo cual se ha planteado la incorporación de reconocimiento facial en tiempo real, el cual tendrá la función de detectar el rostro de una persona mismo que sus datos estarán

introducida en un microcontrolador denominado Raspberry Pi serie 4 el cual dará la orden si el sistemas de seguridad se desactiva o no caso de que la cámara detecte a una personas que no esté en la base de datos, esta activara el sistemas de seguridad en función de los sensores y sirenas la misma que estará controlada por una IA y enviara un mensaje de alerta a un bot de telegram .

En la Tabla 11, se dará a conocer las características de cámaras que poseen reconocimiento facial [20].




Tabla 11: Características de cámaras para reconocimiento facial.

MODELO	CARACTERÍSTICAS
ESP32-CAM	 <ul style="list-style-type: none"> • Voltaje de alimentación:5VDC • Voltaje entradas/salidas (GPIO):3.3VDC • Módulo:802.11b / g / n Wi-Fi + BT / BLE SoC • CPU:32 bits de doble núcleo • SRAM integrado:520 KB, PSRAM externo de 4M • Admite interfaces: UART/SPI/I2C/PWM/ADC/ DAC. • Admite cámaras: OV2640 y OV7670. • Soporta carga: Imagen WiFi. • Lwip y FreeRTOS: integrados • Flash: SPI 32 Mbit por defecto • RAM: interno520KB + externo 4M PSRAM • Bluetooth: bluetooth4.2BR / EDR y BLE • Seguridad: WPA / WPA2 / WPA2-Enterprise / WPS • Dimensiones:27mm x 40.5mm x 4.5mm

➤ Selección de software

Para la realización de esta etapa se tomó en cuenta diferentes modelos de software entre ella podremos destacar PYTHON, JAVA y NODE –RED la cual se desarrollara un algoritmo compatible con la inteligencia artificial que se va a utilizar para la programación que nos van a facilitar este desarrollo puesto que con esto se tendrá una base de fichas de todo nuestro modulo en ocupación del microcontrolador Raspberry Pi el cual va a almacenar toda la investigación o base de datos como se indica en la Tabla 12.

Tabla 12: Clasificación de software.

MODELO	CARACTERÍSTICAS
PYTHON	 <ul style="list-style-type: none"> • Tipo de lenguaje: Programación orientada a procedimientos POP y la programación orientada a objetos (OOP) • Nivel de lenguaje: Alto nivel • Bloque de construcción: Impulsado por funciones, objetos y clases • Plataforma: Independiente • Variables dinámicas: Soporta (x=5), no es necesario declarar variables • Seguridad de datos: Seguridad (menor que java)
JAVA	 <ul style="list-style-type: none"> • Tipo de lenguaje: Programación orientada a objetos • Nivel de lenguaje: Alto nivel • Bloque de construcción: Impulsado por objetos y clases • Plataforma: Independiente • Variables dinámicas: No soporta (int x=5) • Seguridad de datos: Muy Seguridad
NODE-RED	 <ul style="list-style-type: none"> • Tipo de lenguaje: Saas/Web • Nivel de lenguaje: Alto nivel • Bloque de construcción: Por bloques • Plataforma: Independiente • Variables dinámicas: MQTT • Seguridad de datos: Seguro

Para este propósito, se consideró la mejor opción utilizar el sistema Node-RED para realizar las diferentes programaciones necesarias para el manejo y control del módulo con la ayuda de la inteligencia artificial. Por otro lado, se optó por utilizar Python para los códigos de detección facial, ya que el uso de Node-RED hacía que el sistema se volviera muy lento.

4.2.6 Etapa de Alimentación del Módulo

Para este periodo se realizará la alimentación del módulo mediante un enchufe que estará conectados a la red 110V por lo cual el módulo estará diseñado para ser instalado en una residencia que se constará a una protección dada por un breaker principal de 20 A el mismo que tendrá la característica de proteger los elementos de nuestro sistema.

Tabla 13: Características del Sistema de alimentación y protección.

MODELO	CARACTERÍSTICAS
BREAKER	 <ul style="list-style-type: none"> • Tipo: AC • Compatible: Residencial • Tipo de montaje: Empotrado • Grado de protección: IP20 • Longitud: 81mm • Altura: 86.3mm • Uso: Interior • Material: Plástico • Colección: SCHNEIDER QOVS

➤ UPS

Se adquirió este equipo por razones de seguridad considerando la posibilidad de cortes en el suministro eléctrico que podrían afectar el funcionamiento del sistema. La inestabilidad en la energía puede provocar daños en los equipos y pérdida de datos valiosos lo que subraya la importancia de contar con un respaldo adecuado. El sistema de alimentación ininterrumpida UPS garantiza la continuidad del servicio que protege los dispositivos conectados de sobrecargas y fluctuaciones de voltaje. Al activarse en caso de un corte de luz el UPS proporciona energía temporal, lo que permite realizar un apagado ordenado de los sistemas o mantener en funcionamiento dispositivos esenciales. Esta solución es fundamental para asegurar la operatividad, así como para minimizar los riesgos asociados con interrupciones imprevistas en el suministro eléctrico, el equipo se convierte en una herramienta clave para la estabilidad y seguridad operativa como en la Tabla 14.

Tabla 14: Características del ups.

MODELO	CARACTERÍSTICAS
<p>UPS FORZA NT_751 750VA</p>	<div style="display: flex; align-items: center;">  <ul style="list-style-type: none"> • MPN: NT-751 • Capacidad: 750VA/375W • Topología: Interactiva • Forma de onda: Onda senoidal simulada • Voltaje: 120V • Tipo de entrada: NEMA 5-15P • Tipo de salida: 6 x NEMA 5-15R • Indicador visual: Luz LED de estado • Garantía: 3 años (2 años en las baterías) </div>

4.3 DISEÑO DE MODULO

4.3.1 Diseño del modulo

El diseño correspondiente se lleva a cabo una vez que se han decidido las fases correspondientes a los componentes del módulo y los materiales que lo componen. Se toman en cuenta dos componentes fundamentales: la parte física y la parte eléctrica. Una de las características más importantes es el control con inteligencia artificial, el cual proporcionará seguridad y ayudará a regular el consumo de energía. Por lo tanto, se considera apropiado diseñar y construir el módulo simulando los componentes fundamentales, los cuales se pueden ver en la Figura 4.2 del sistema.

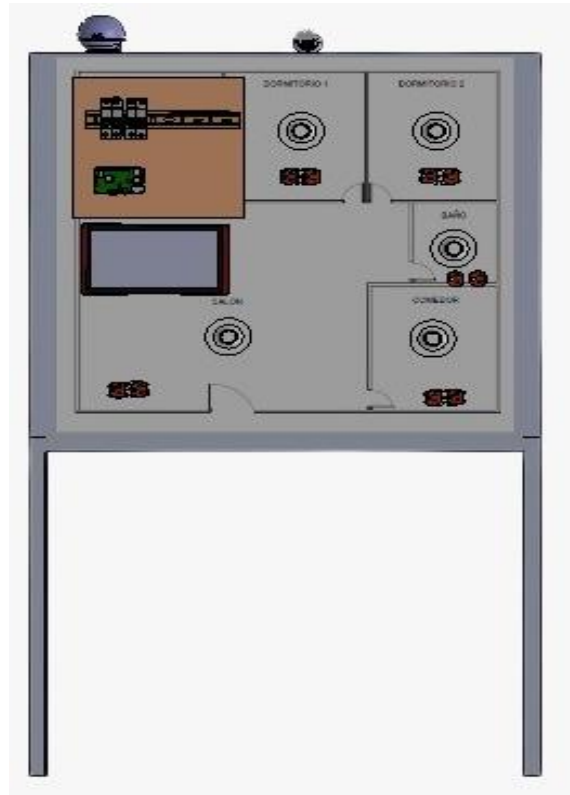


Figura 4.2 Diseño del módulo domótico controlado con inteligencia artificial en SolidWorks.

Es así que este módulo ayudará al control del consumo de energía y brindará seguridad al usuario, debido a que considera la implementación de inteligencia artificial enlazada a una placa denominada Raspberry. Esta placa cumple la función de almacenar toda la información como comandos de voz y de seguridad, mediante una webcam incorporada en la parte superior. Por otro lado, el sistema también presenta un sistema de monitoreo de consumo de energía, cuya finalidad es mostrar las curvas de corriente y voltaje en una pantalla colocada, que servirá como el panel de control.

Para lograr un resultado eficiente se utilizarán dos programas de software especializados en diseño lo que permitirá obtener una representación más precisa y detallada del diseño final, teniendo en cuenta los recursos disponibles AutoCAD que se encargará de crear la estructura del módulo. Por otro lado, se empleará SolidWorks que permitirá una representación en 3D más completa como se observa en la Figura 4.3. SolidWorks es conocido por su capacidad de simular y analizar el comportamiento de los componentes en un entorno virtual lo que ayudará a prever posibles problemas y optimizar el diseño antes de su fabricación. La

combinación de ambos programas proporcionará una visión integral del proyecto, facilitando el diseño y asegurando que se ajuste a los requisitos técnicos y estéticos.

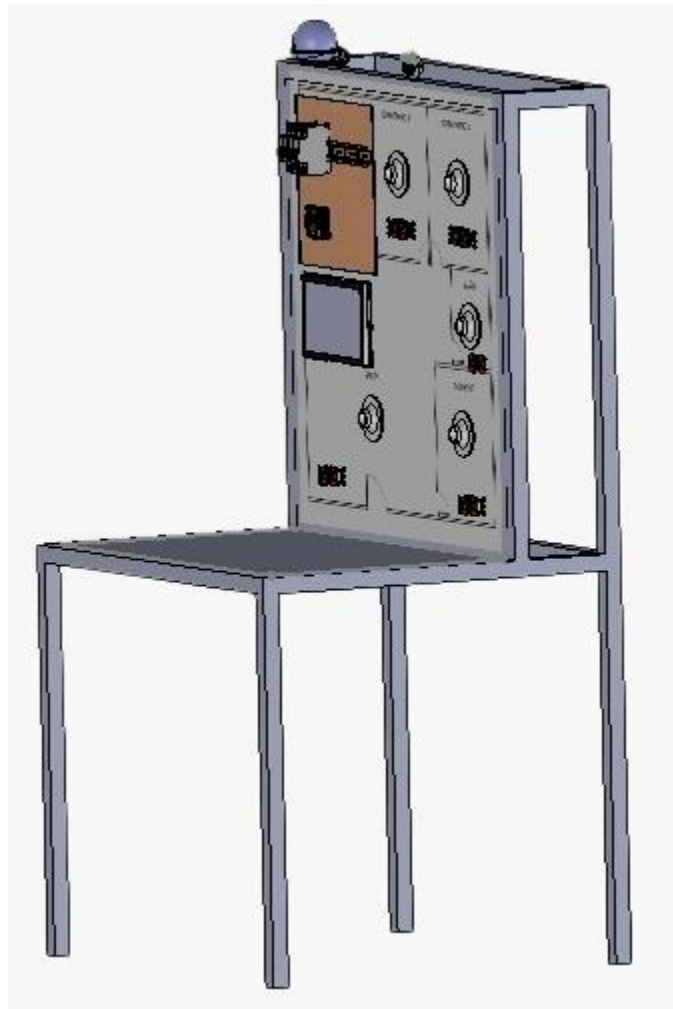


Figura 4.3 Diseño del módulo en SolidWorks.

En la Figura 4.4 se presenta un diseño realizado en AutoCAD que presenta un apartamento compuesto por dos dormitorios un baño, una cocina y una sala. Este diseño incorpora un área destinada a un sistema domótico, lo que evidencia la integración de tecnología avanzada para el hogar. Las dimensiones, destacan la funcionalidad y la distribución eficiente del espacio donde se incluye un área identificada como caja, destinada al almacenamiento.

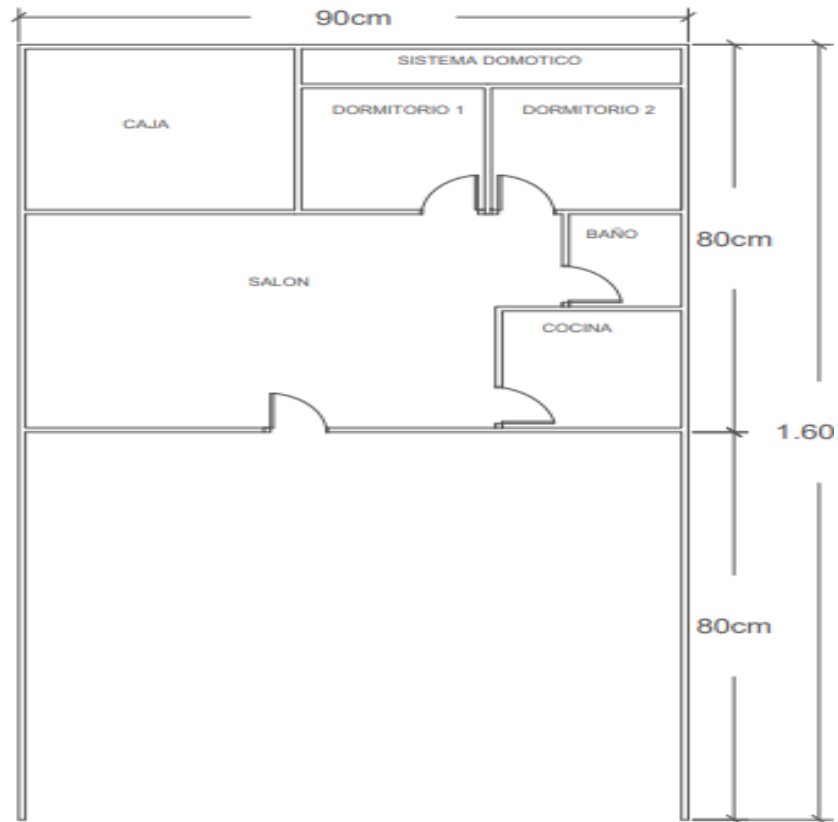


Figura 4.4 Diagrama del diseño del módulo.

La Figura 4.5 presenta un diseño en AutoCAD que detalla la distribución de un espacio, organizado en varias habitaciones con medidas específicas. Se incluyen dos dormitorios, denominados Dormitorio 1 y Dormitorio 2, cada uno con un ancho de 26 cm, junto con un baño de 17 cm. La cocina, claramente delimitada, abarca 25 cm de ancho. Además, se incluye un área designada como caja, de 30 cm, que podría utilizarse como espacio de almacenamiento. Las dimensiones exactas reflejan un enfoque en la funcionalidad y en la optimización del uso del espacio disponible.

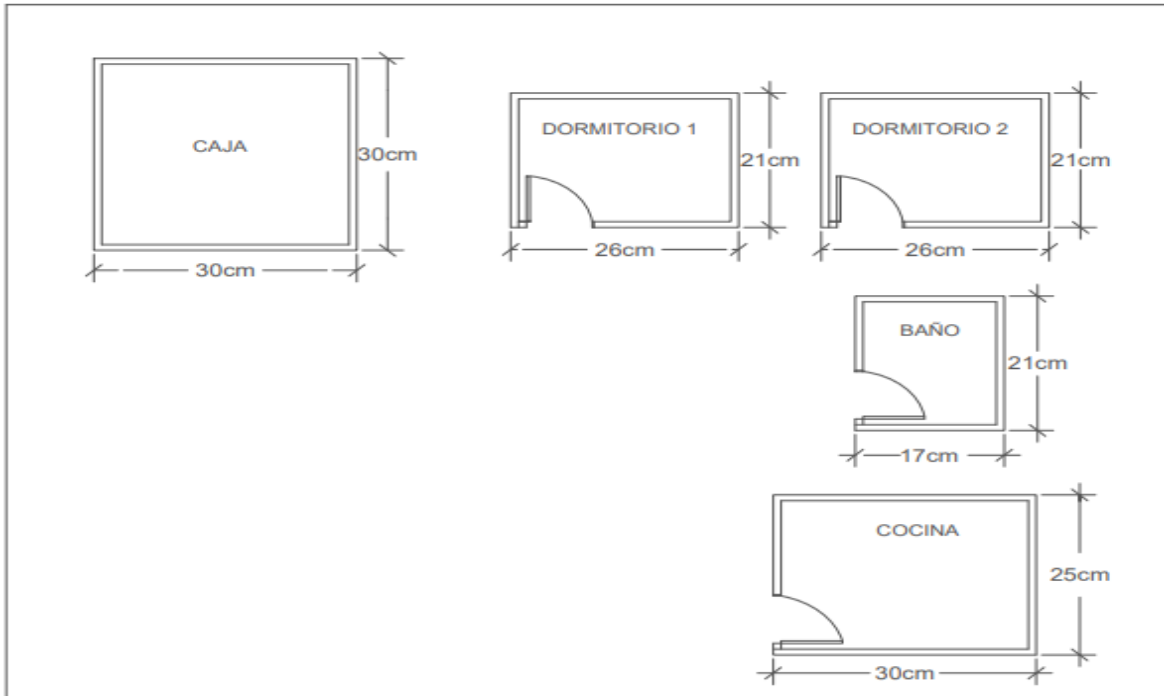


Figura 4.5 Diseño de cada área del módulo.

➤ Esquemmatización y distribución del sistema

El siguiente esquema unifilar presenta las conexiones realizadas en el sistema domótico el cual interpreta las interconexiones para el sistema de iluminación y fuerza, conectándose a cada pin específico proporcionado por el módulo relé presente en el sistema, tal como se observa en la Figura 4.6. Además, el esquema muestra la Raspberry Pi, que está conectada a la pantalla y al medidor de energía, potencia, voltaje y corriente, lo que permitirá la transmisión de datos. Donde se incluyen las conexiones para la sirena y la cámara, que representan el sistema de seguridad. Estas conexiones facilitan el flujo de información y energía en el sistema automatizado, permitiendo el monitoreo y control del entorno. El plano también presenta una simbología clara que facilita la interpretación de los componentes, organizando el sistema en secciones que representan los sensores, actuadores y controladores.

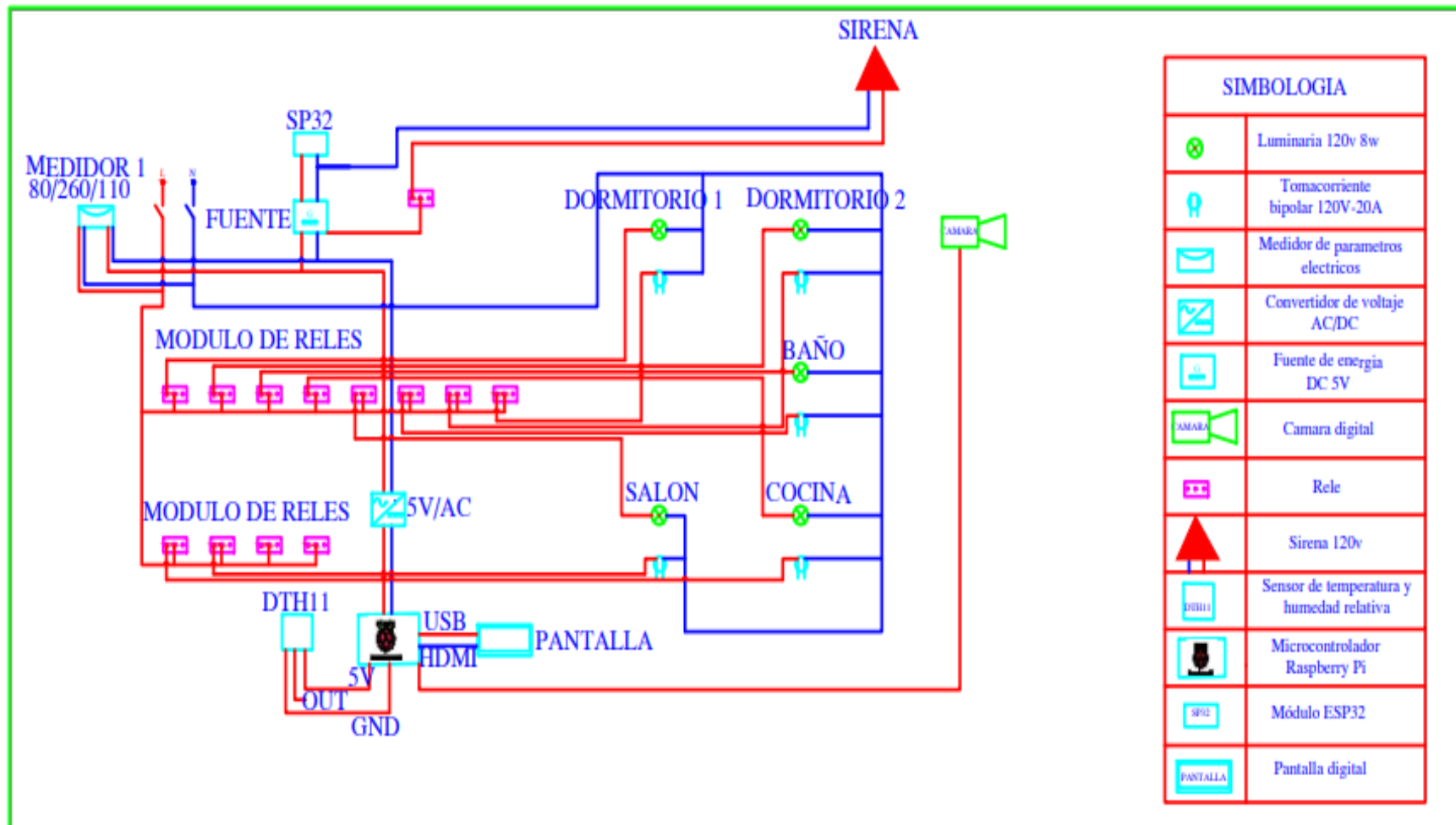


Figura 4.6 Diagrama unifilar de todo el sistema.

➤ Etapa del diseño del módulo

Por lo tanto, para construir el módulo, se debe utilizar un tubo cuadrado galvanizado que sirva como base para las placas de aloco bond. La estructura del módulo, que contiene las distintas secciones en las que se integrarán los elementos mencionados previamente, podrá ser construida con este material.

Se considerarán los espacios adecuados para colocar las secciones que componen el módulo después de elegir los materiales necesarios para construir la estructura del módulo, que representará la parte mecánica de la propuesta. El software AutoCAD 2021 y SolidWorks se utilizaron para llevar a cabo este proceso, ya que ofrece las facilidades necesarias para obtener una visualización precisa de los resultados previstos, solucionar cualquier problema que pueda surgir y evitar actividades contraproducentes durante la construcción de la estructura del módulo como se indica en la Figura 4.7.



Figura 4.7 Construcción final del módulo.

➤ **El diseño del módulo es estructural**

Las etapas se organizan dentro del diseño estructural del módulo. Se realizan divisiones, cada una con 30 cm de largo y 30 cm de alto, como se muestra en la Figura 4.8, para abordar los diversos materiales que lo componen.



Figura 4.8 División de secciones del sistema.

➤ **Etapa de alimentación del modulo**

Esta etapa incluye un tomacorriente de 220-110 V que estará conectado a la red residencial, asegurando que la alimentación del módulo sea fácil de conectar. Se ha considerado el uso de un dispositivo UPS, que servirá como fuente de energía alternativa en caso de una interrupción del suministro eléctrico. En la Figura 4.9, UPS mantendrá el sistema encendido durante un período de tiempo hasta que se restablezca el suministro de energía, garantizando la continuidad operativa.



Alimentación
al módulo UPS

Figura 4.9 Sistema de alimentación al módulo.

➤ Etapa de protección del elemento

En esta etapa, se especificará la incorporación de un interruptor principal (breaker), que servirá para la protección de la Raspberry y la placa de relés, las cuales funcionan a 220 - 110 V, correspondientes a la red residencial. Para ello, se construirá una caja metálica de 30 cm de ancho y 30 cm de largo, donde se ubicará el sistema central. Este sistema incluirá los componentes de protección y control, y servirá para almacenar la base de datos como en la Figura 4.10.



Protección

Salida a 110
o 220 V

Figura 4.10 Protección de elementos del sistema.

4.3.2 Diseño del módulo eléctrico

➤ Etapa de suministro del módulo

En esta etapa, que se refiere a la alimentación, se describen los materiales utilizados junto con sus características específicas y el orden que ocupan dentro del módulo. Cada bloque del sistema muestra las conexiones correspondientes a los elementos, asegurando que el módulo reciba la alimentación necesaria para satisfacer adecuadamente las demandas de las diferentes etapas del sistema. Esto contribuye a un mejor rendimiento general, teniendo en cuenta la estructura del módulo, donde se emplearon conductores para interconectar cada segmento.

➤ Etapa de construcción del modulo

Esta etapa describe la construcción del módulo. Primero, se fabricó una caja principal donde se ubicaron todos los elementos de protección y los componentes necesarios como se observa en la Figura 4.11, como la Raspberry Pi 4, el ESP 32 y los módulos de corriente y voltaje. Luego, cada elemento se ubicó en su respectivo departamento dentro del módulo.



Figura 4.11 Construcción del módulo y de cada elemento.

➤ **Etapa de recopilación y análisis de datos de voltaje y corriente**

La Tabla 8, describe los materiales mencionados anteriormente en la etapa de toma de datos de corriente y voltaje. La toma de datos y su análisis son las dos partes principales de esta etapa. La obtención de resultados satisfactorios está garantizada por los componentes elegidos. Para la toma de datos, se utilizará un multímetro, que permite visualizar los valores de voltaje emitidos por cada uno de los bloques del módulo, en correspondencia con el uso de los tomacorrientes.

Una vez que los tomacorrientes proporcionen la información requerida sobre los voltajes, se inicia la etapa de toma de datos. Estos datos se pueden observar en la pantalla implementada en el módulo, y mediante el uso del software Python, se analizan los valores de voltaje y corriente consumidos en los diferentes departamentos del módulo. Luego, se procede a la etapa de análisis de datos, que se desarrolla en dos fases:

➤ **Primera etapa**

La toma de datos, en la que se registran los valores mínimos y máximos de corriente y voltaje utilizados por cada departamento, se puede reconocer. Esto permite verificar el consumo total y calcular el voltaje total y la corriente total del sistema. Con estos datos, se pueden crear gráficos que muestren los diversos patrones de consumo en la Figura 4.12.

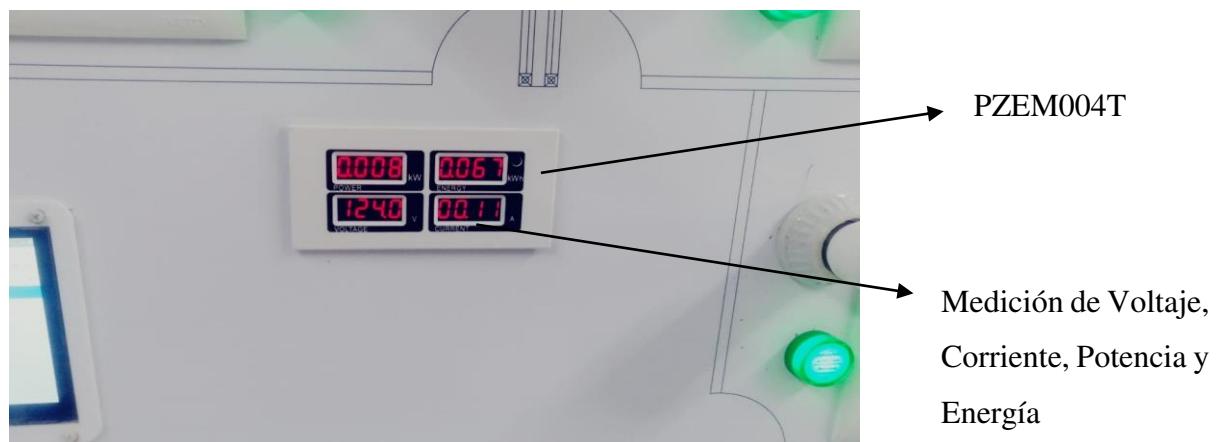


Figura 4.12 Medición de los voltajes.

➤ Segunda etapa

Para identificar la zona de operación, es necesario ubicar correctamente los elementos y tener en cuenta la alimentación del módulo. Esto permite verificar el funcionamiento del diseño en cada etapa de análisis y toma de datos implementada. También es importante considerar los puertos de salida de la memoria la Raspberry Pi 4, donde se almacena toda la información del programa para el sistema, como se muestra en la Figura 4.13.



Figura 4.13 Diseño de la parte delantera de la caja de todo el sistema.

➤ Tercera etapa

Esta tercera parte consiste en medir los voltajes en cada uno de los departamentos y verificar que estén correctamente ubicados, como se muestra en la Figura 4.14. Se debe comprobar que los valores establecidos, de 110 o 120 V, se mantengan en cada departamento. Esto confirmará que el módulo ha sido diseñado correctamente, asegurando que los valores obtenidos, como 112 V, sean los adecuados.



Figura 4.14 Comprobación del voltaje obtenido en el departamento.

4.3.4 Programación del sistema

- **Interfaz conectado entre Node-RED y la aplicación Amazon Alexa**

La Figura 4.15, muestra una interfaz de usuario creada en Node-RED, específicamente utilizando el nodo de "Dashboard" para controlar dispositivos dentro de un sistema de automatización del hogar. La interfaz está diseñada para integrarse con dispositivos compatibles con Alexa de Amazon, como parte de un sistema de hogar inteligente.

Estos interruptores son interactivos y permiten a los usuarios encender o apagar los dispositivos de forma remota desde la interfaz. La posición del interruptor indica si el dispositivo está en "ON" o "OFF". Dado que se integra con Alexa, estos interruptores también se sincronizan con el estado de los dispositivos en la aplicación Alexa, permitiendo control desde ambos lados.

Dispositivos

Nombre	Descripción	Comportamiento
COCINA	COCINA	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<input type="button" value="Editar"/> <input type="button" value="Borrar"/>		
DORMITORIO1	DORMITORIO1	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<input type="button" value="Editar"/> <input type="button" value="Borrar"/>		
DORMITORIO2	DORMITORIO2	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<input type="button" value="Editar"/> <input type="button" value="Borrar"/>		
BAÑO	BAÑO	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<input type="button" value="Editar"/> <input type="button" value="Borrar"/>		
SALÓN	SALÓN	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<input type="button" value="Editar"/> <input type="button" value="Borrar"/>		

Figura 4.15 Interfaz de usuario creada en Node-RED.

- **Programación de la parte de Iluminación**

- **Dormitorio 1**

Este flujo de Node-RED en la Figura 4.16, se inicia con un comando de voz recibido por la IA Alexa, que procede a activar los nodos DORMITORIO 1 (ON) y DORMITORIO 1 (OFF), los cuales representan condiciones específicas de la habitación. Los nodos AND requieren que ambas condiciones sean verdaderas para pasar a la siguiente etapa. El nodo OR permite que el flujo continúe si al menos una de estas condiciones se cumple. En otras palabras, si el nodo OR es verdadero, activa el PIN: 24, que controla un dispositivo físico, como una lámpara o un relé, completando de esta manera el proceso de automatización basado en comandos de voz, específicamente en las habitaciones.

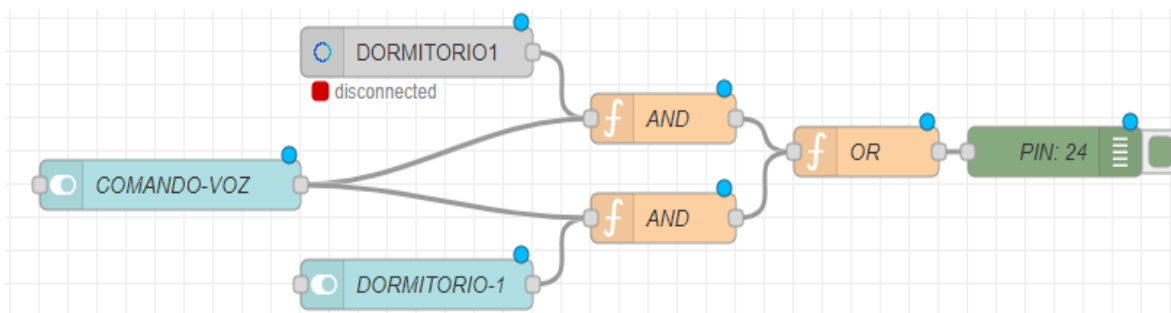


Figura 4.16 Simulación de iluminación del dormitorio 1.

➤ Dormitorio 2

Se inicia con un comando de voz recibido por la IA Alexa, que procede a activar los nodos DORMITORIO 2 (ON) y DORMITORIO 2 (OFF), los cuales representan condiciones específicas de la habitación. Los nodos AND requieren que ambas condiciones sean verdaderas para pasar a la siguiente etapa. El nodo OR permite que el flujo continúe si al menos una de estas condiciones se cumple. En otras palabras, si el nodo OR es verdadero, activa el PIN: 22, que controla un dispositivo físico, como una lámpara o un relé, completando de esta manera el proceso de automatización basado en comandos de voz, específicamente en las habitaciones como en la Figura 4.17.

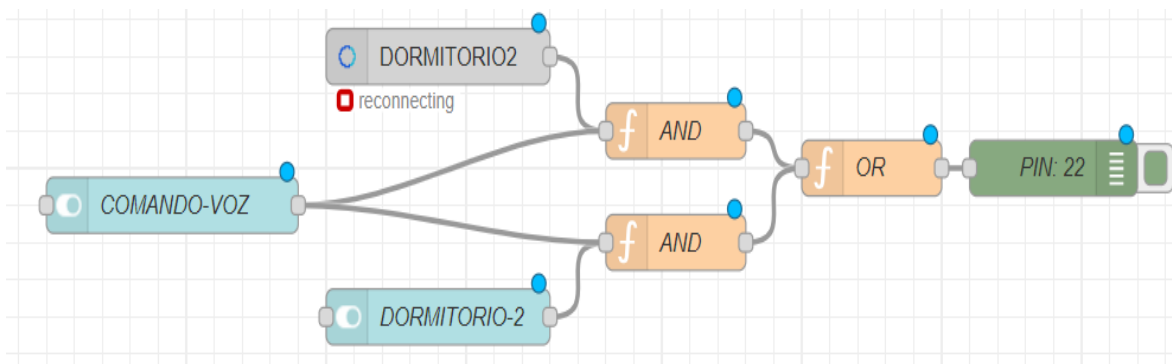


Figura 4.17 Simulación de iluminación del dormitorio 2.

➤ Baño

Este flujo de Node-RED, se inicia con un comando de voz recibido por la IA Alexa, que procede a activar los nodos BAÑO (ON) y BAÑO (OFF), los cuales representan condiciones específicas de la habitación. Los nodos AND requieren que ambas condiciones sean verdaderas para pasar a la siguiente etapa. El nodo OR permite que el flujo continúe si al menos una de estas condiciones se cumple como se indica en la Figura 4.18. En otras palabras, si el nodo OR es verdadero, activa el PIN: 16, que controla un dispositivo físico, como una lámpara o un relé, completando de esta manera el proceso de automatización basado en comandos de voz, específicamente en las habitaciones.

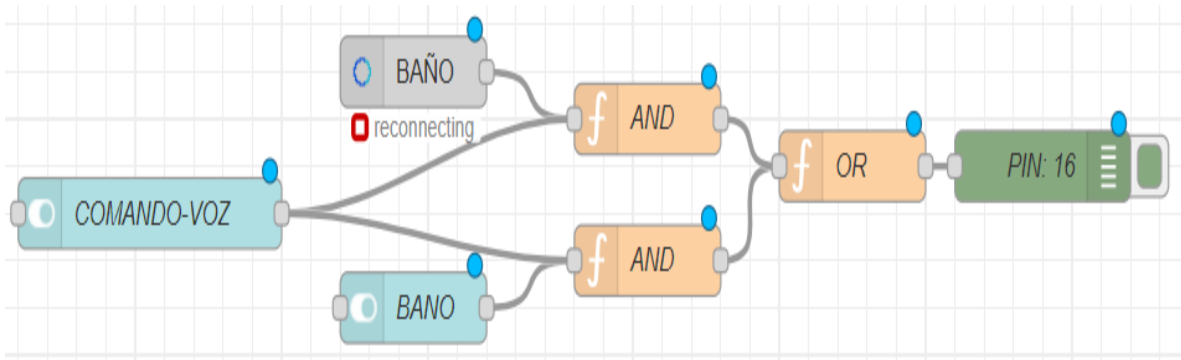


Figura 4.18 Simulación de iluminación del baño.

➤ Cocina

Este flujo como se indica en la Figura 4.19, se inicia con un comando de voz recibido por la IA Alexa, que procede a activar los nodos COCINA (ON) y COCINA (OFF), los cuales representan condiciones específicas de la habitación. Los nodos AND requieren que ambas condiciones sean verdaderas para pasar a la siguiente etapa. El nodo OR permite que el flujo continúe si al menos una de estas condiciones se cumple. En otras palabras, si el nodo OR es verdadero, activa el PIN: 12, que controla un dispositivo físico, como una lámpara o un relé, completando de esta manera el proceso de automatización basado en comandos de voz, específicamente en las habitaciones.

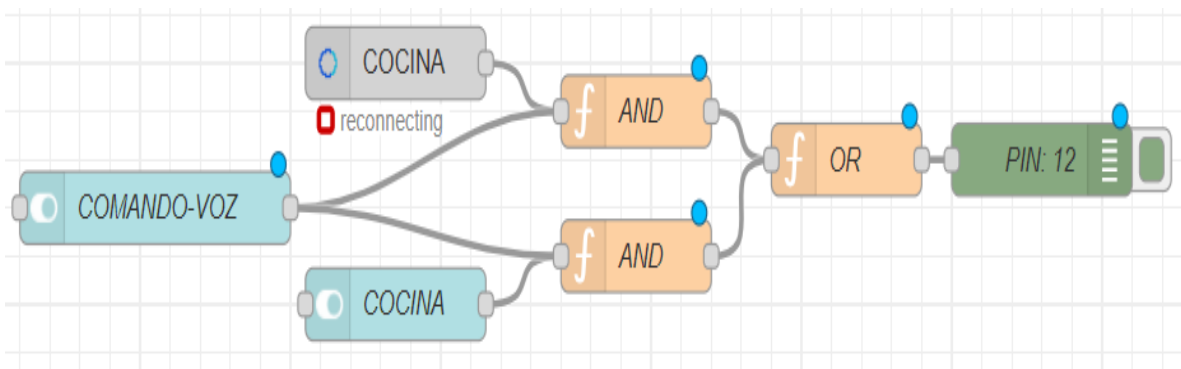


Figura 4.19 Simulación de iluminación de la cocina.

➤ Sal3n

El flujo de Node-RED representado en la Figura 4.20, comienza con un comando de voz que la IA Alexa recibe, activando los nodos SALON (ON) y SALON (OFF), los cuales reflejan condiciones espec3ficas del espacio. Para que el flujo avance a la siguiente fase, los nodos AND deben cumplir ambas condiciones. Por otro lado, el nodo OR permite que el flujo contin3e si al menos una de estas condiciones es verdadera. De esta manera, si el nodo OR se eval3a como verdadero, activa el PIN: 18, que controla un dispositivo f3sico, como una l3mpara o un rel3, completando as3 el proceso de automatizaci3n basado en comandos de voz en las habitaciones.

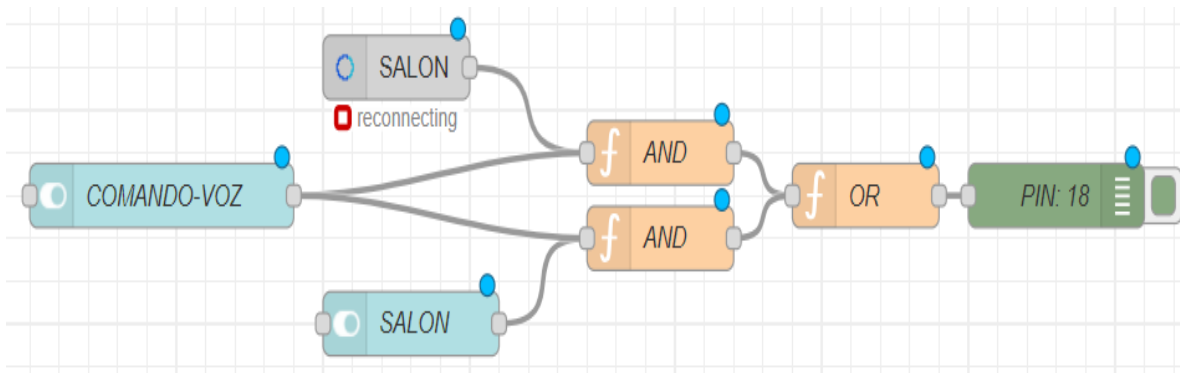


Figura 4.20 Simulaci3n de iluminaci3n del sal3n.

Programaci3n de la parte de Tomacorrientes

➤ Toma Dormitorio 1

De la misma manera, esta programaci3n cumple la misma funci3n para el funcionamiento de los tomacorrientes con los nodos TOMA DORMITORIO 1 (ON) y TOMA DORMITORIO 1, siguiendo los mismos comandos utilizados para la luminaria, pero con la particularidad de que el PIN de activaci3n, denominado por el rel3, tendr3 un n3mero diferente, denominado como PIN: 40, como se muestra en la Figura 4.21, que controla un dispositivo f3sico, completando as3 el proceso de automatizaci3n basado en comandos de voz, espec3ficamente en las habitaciones.

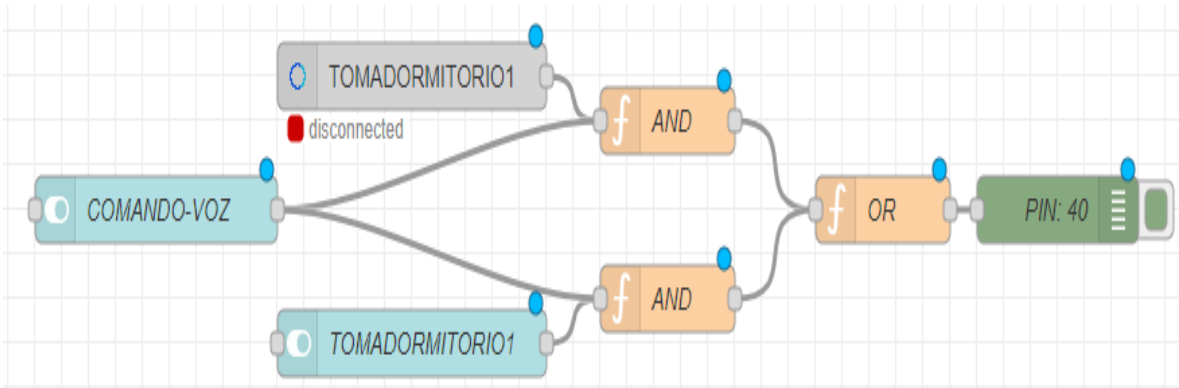


Figura 4.21 Simulación del tomacorriente del dormitorio 1.

➤ Toma Dormitorio 2

De manera análoga, esta programación realiza la misma función para los tomacorrientes mediante los nodos TOMA DORMITORIO 2 (ON) y TOMA DORMITORIO 2. Utiliza los mismos comandos que se aplican a la luminaria, aunque con la particularidad de que el PIN de activación, asignado por el relé, tiene un número diferente, conocido como PIN: 38. Esta información se presenta en la Figura 4.22, donde controla un dispositivo físico, completando así el proceso de automatización basado en comandos de voz en las habitaciones.

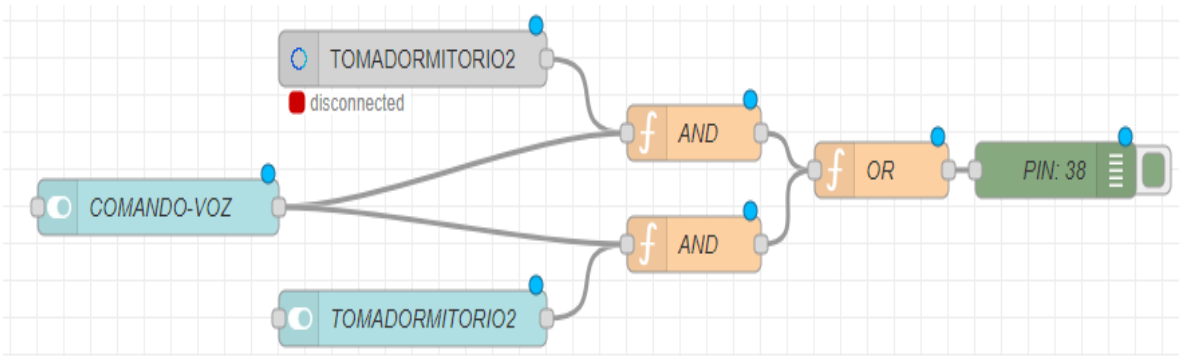


Figura 4.22 Simulación del tomacorriente del dormitorio 2.

➤ Toma Baño

La programación realiza una función equivalente para el control de los tomacorrientes asociados a los nodos denominados TOMA BAÑO (ON) y TOMA BAÑO (OFF). Esta programación sigue los mismos comandos utilizados en el control de la luminaria, pero con la particularidad de que el PIN de activación asignado al relé cuenta con un número distinto,

identificado como PIN: 36. Se encarga de controlar un dispositivo físico, como se ilustra en la Figura 4.23, completando el proceso de automatización basado en comandos de voz en las habitaciones.

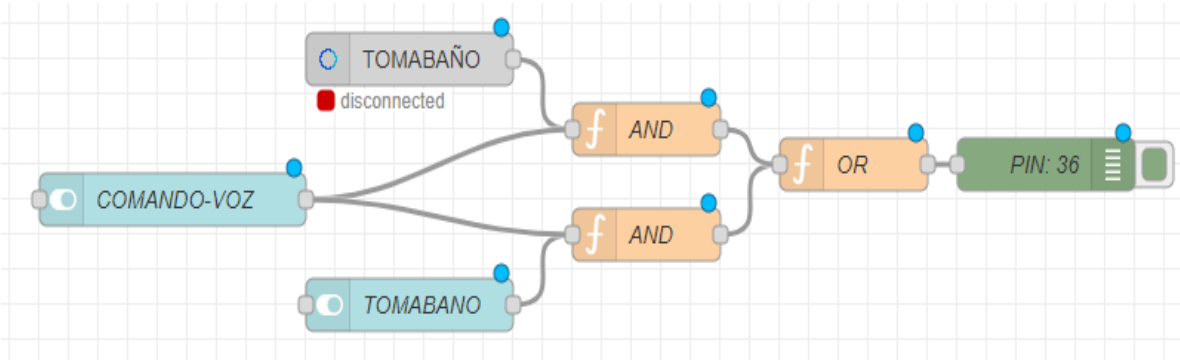


Figura 4.23 Simulación del tomacorriente del baño.

➤ **Toma Cocina**

Esta programación desempeña la misma función en el control de los tomacorrientes asociados a los nodos denominados TOMA COCINA (ON) y TOMA COCINA (OFF). Se utilizan los mismos comandos aplicados al control de la luminaria, con la diferencia de que el PIN de activación asignado al relé posee un número distinto, identificado como PIN: 32. Permite gestionar un dispositivo físico, como se detalla en la Figura 4.24, completando el proceso de automatización mediante comandos de voz, específicamente en las habitaciones.

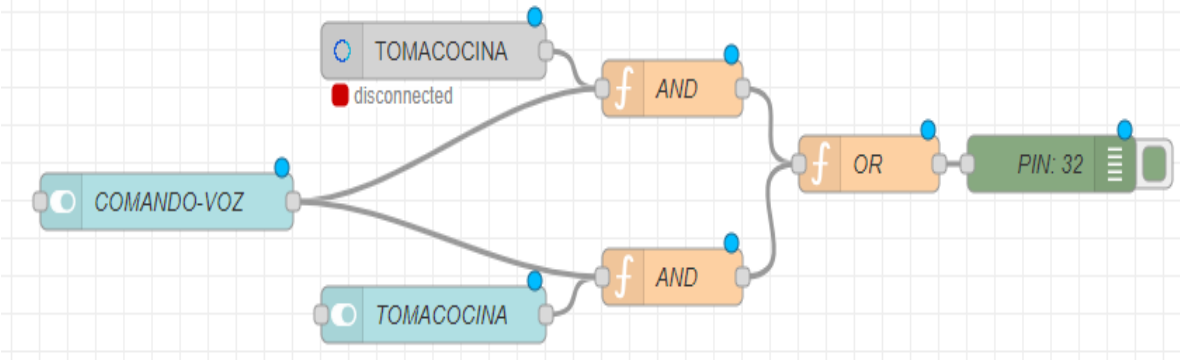


Figura 4.24 Simulación del tomacorriente de la cocina.

➤ Toma Salón

De forma similar, esta programación desempeña una función equivalente para el control de los tomacorrientes asociados a los nodos denominados TOMA SALÓN (ON) y TOMA SALÓN (OFF). Se emplean los mismos comandos utilizados para la luminaria, con la particularidad de que el PIN de activación asignado al relé cuenta con un número distinto, identificado como PIN: 26. Se encarga de gestionar un dispositivo físico, como se muestra en la Figura 4.25, completando así el proceso de automatización basado en comandos de voz dentro de las habitaciones.

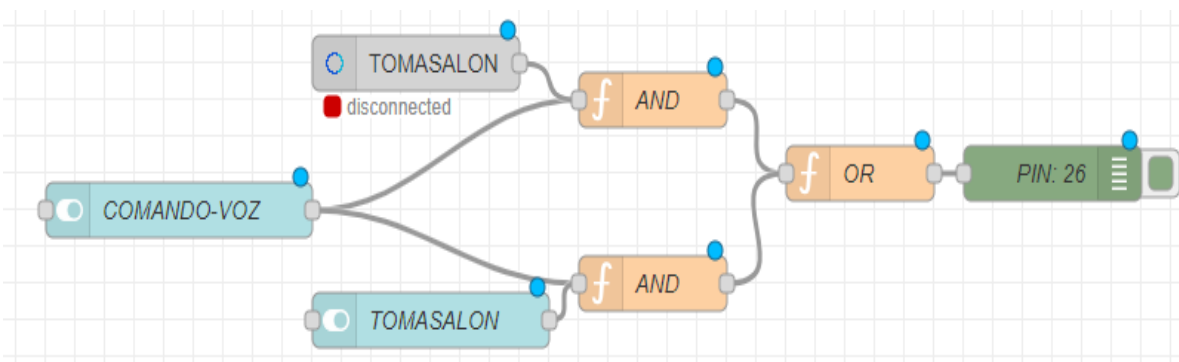


Figura 4.25 Simulación del tomacorriente del salón.

- **Compuerta AND**

En la Figura 4.26, se obtiene que dos botones (boton1 y boton2), si el mensaje entrante corresponde al botón 1, se utiliza su payload; de lo contrario, se recupera su estado de la memoria del flujo. Lo mismo se aplica para el botón 2, estos estados actualizados se almacenan nuevamente en la memoria del flujo, se realiza una operación lógica AND entre la negación del estado del botón 1 y el estado del botón 2, el código retorna un nuevo mensaje con el tema 'rtAnd2' y el resultado de la operación AND en el payload.

En la cual se realizaron todas esas simulaciones de la compuerta AND para todos los respectivos departamentos que tiene el módulo.

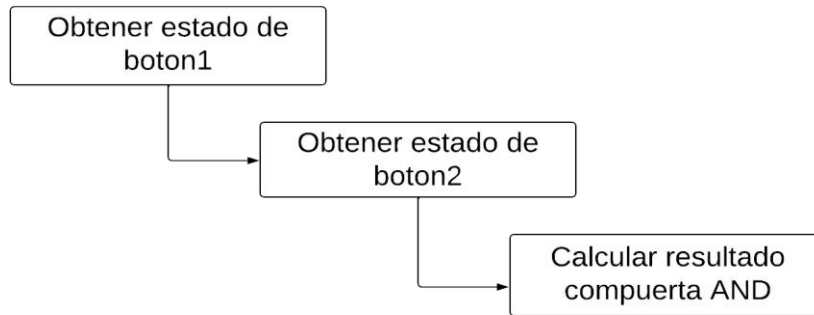


Figura 4.26 Diagrama de flujo de simulación de la compuerta AND en Node-Red.

- **Compuerta OR**

El código de Node-RED como se observa en la Figura 4.27, obtiene el estado actual de dos botones (rtAnd1 y rtAnd2) comprando el tema del mensaje de entrante con los nombres de los botones; si coincide, usa el payload del mensaje, de lo contrario, recupera el estado almacenado en la memoria del flujo. Luego, almacena los estados actualizados en la memoria del flujo. Luego almacena los estados actualizados en la memoria del flujo y calcula el resultado de una operación lógica OR entre los estados.

En la cual se realizaron todas esas simulaciones de la compuerta OR para todos los respectivos departamentos que tiene el módulo.

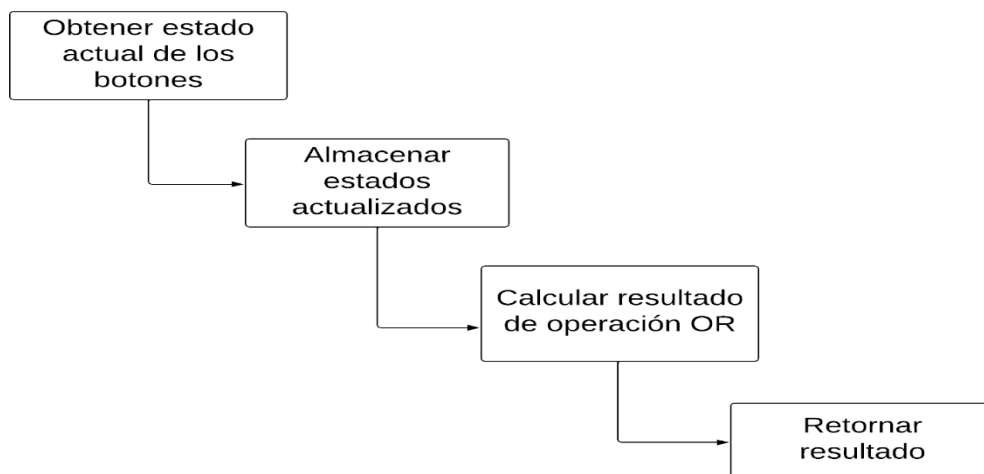


Figura 4.27 Diagrama de flujo de simulación de la compuerta OR en Node-Red.

- **Programación de detección y reconocimiento facial**

En la Figura 4.28, se observa la programación realizada en el lenguaje Python para configurar el reconocimiento facial en un diagrama de flujo. Primero, se realizó la configuración para identificar rostros en la cámara, ubicando las fotos de las personas que serán reconocidas. Una vez que las fotos son cargadas, estas se guardan, y al momento de comenzar a comprobar los rostros, se deben asociar los nombres de las personas que están siendo identificadas con la cámara.

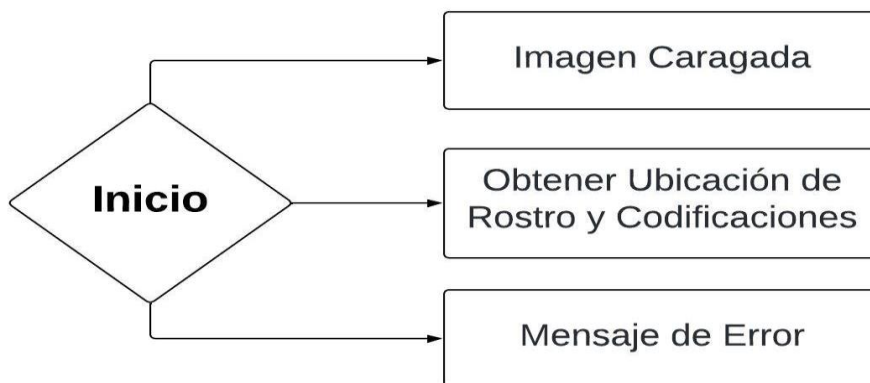


Figura 4.28 Diagrama de flujo de la programación de la identificación del rostro.

Este código utiliza las bibliotecas para la detección y reconocimiento facial. Primero, se carga una imagen desde una ruta especificada, y se verifica si la imagen se ha cargado correctamente. Si la imagen se carga exitosamente, se extraen las ubicaciones de las caras en la imagen y se generan codificaciones faciales, luego se abre una conexión a la cámara web. Video para iniciar la captura de video en tiempo real.

En el bucle principal, el código captura fotogramas de la cámara web y los invierte horizontalmente para una mejor visualización. Luego, se detectan las ubicaciones de las caras en cada fotograma. Para cada cara detectada, se generan las codificaciones faciales y se comparan con las codificaciones de la imagen original. Si hay una coincidencia, se dibujan rectángulos alrededor de las caras en el fotograma y se muestra el nombre HENRY, de lo contrario, se muestra DESCONOCIDO como se indica en la Figura 4.29.

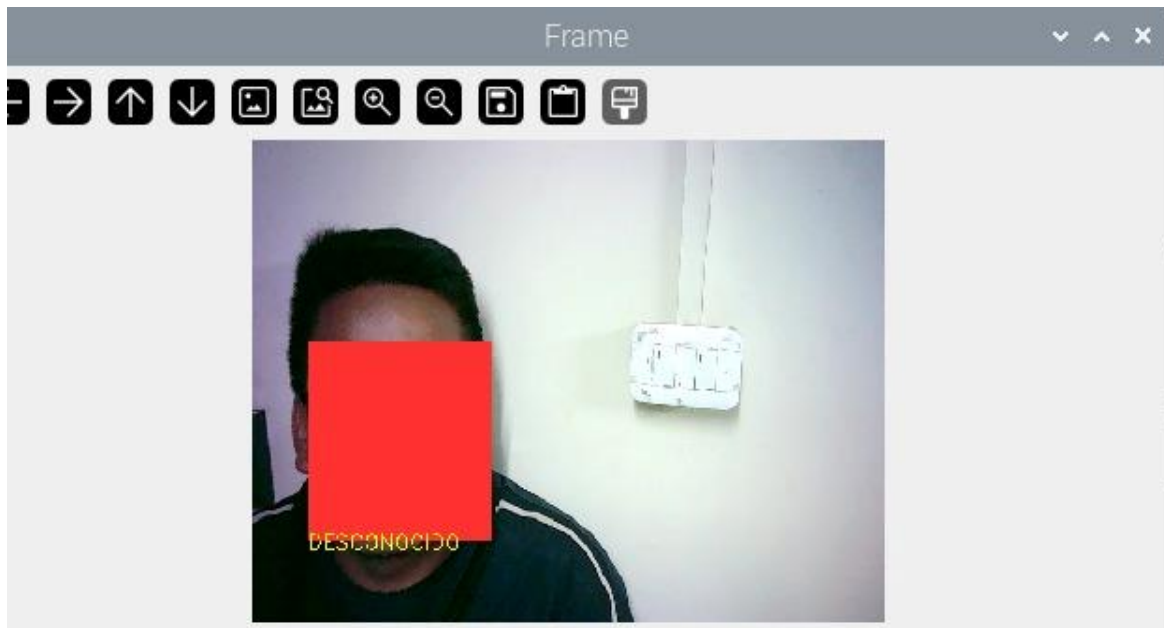


Figura 4.29 Muestra de detección y reconocimiento facial.

- **Programación del elemento ESP 32**

Para el elemento ESP32, fue diseñado un código en el programa Arduino como se puede observar el diagrama de flujo en la Figura 4.30, utilizando varias bibliotecas para manejar Wi-Fi, MQTT, un sensor DHT11 y un medidor PZEM004T. El código comienza incluyendo las bibliotecas necesarias y configurando la comunicación en serie y los pines de entrada y salida para los componentes. En la función `setup` el ESP32 se conecta a una red Wi-Fi utilizando las credenciales proporcionadas, y luego establece la conexión con un servidor MQTT, permitiendo que el dispositivo publique datos de sensores en tópicos específicos. Además, se inicializan el sensor DHT11 para medir temperatura y humedad, y el medidor PZEM004T para leer parámetros eléctricos como voltaje, corriente, potencia y energía.

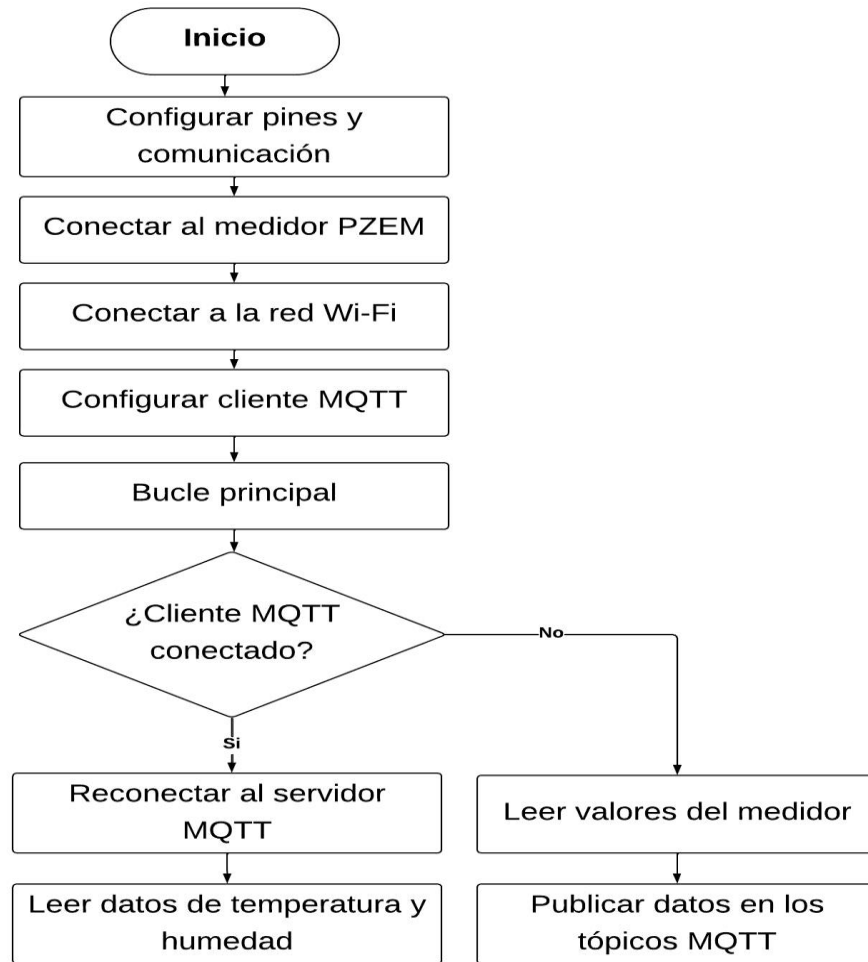


Figura 4.30 Diagrama de flujo de la programación en proteus.

En la función loop, el programa verifica el estado de la conexión con el servidor MQTT en caso de detectarse una desconexión el dispositivo intentara restablecerla. Al realizar la lectura de los valores obtenidos por los sensores y el medidor PZEM004T, mostrando estos datos en la consola serie y enviándolos a los tópicos correspondientes en MQTT. Además, se establece un retraso de un segundo entre cada medición del PZEM004T y un intervalo de diez segundos entre cada ciclo de publicación de datos. Este procedimiento permite actualizar continuamente la información del ESP32, asegurando su transmisión al servidor MQTT para su posterior procesamiento y visualización.

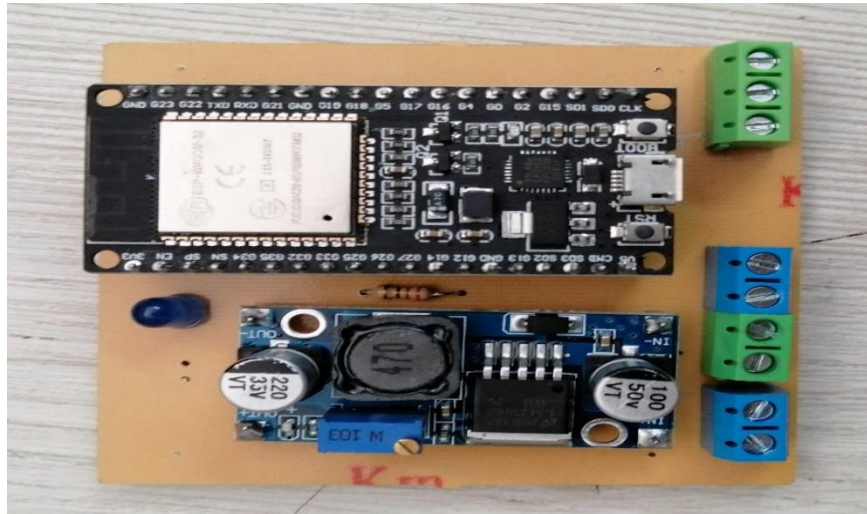


Figura 4.31 Construcción del elemento ESP32.

El elemento ESP32 se destacan los pines 02, 05 y 15 que están conectados a puntos externos marcados como D15, D5 respectivamente. Estos pines son utilizados como entradas y salidas digitales tales como los pines TX y RX están conectados a terminales externos, lo que permite la comunicación serial con otros dispositivos para facilitar la conexión.

En la Figura 4.32 se muestra el sensor DHT11 que es un componente digital que mide la temperatura y la humedad del entorno. Los datos una vez medidos se envían a través del pin de datos al microcontrolador, que en este caso es el ESP32. En el código del programa, en el pin D15 se configura para recibir estos datos y procesarlos para su uso en aplicaciones de monitoreo ambiental. Esta configuración es común en proyectos de IoT, donde se requiere monitorear y registrar las condiciones climáticas del sistema, como el control de climatización, sistemas de automatización del hogar.

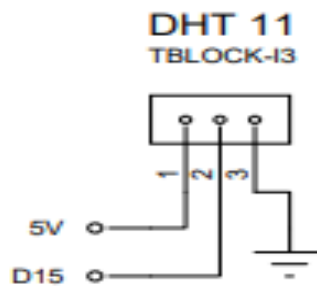


Figura 4.32 Diagrama de conexión del DHT11 en el programa Proteus.

La Figura 4.33, muestra el diagrama de conexión para un módulo PZEM004T, el cual es utilizado para medir parámetros eléctricos como voltaje, corriente y potencia, los pines están numerados del 1 al 4. El pin 1 se conecta a 5V para alimentar el módulo, el pin 2 se conecta al pin RX para recibir datos, el pin 3 se conecta al pin TX para transmitir datos, y el pin 4 se conecta a tierra (GND). Estos pines permiten la comunicación serial con un microcontrolador, como un Arduino, para obtener las lecturas de medición del módulo PZEM004T.

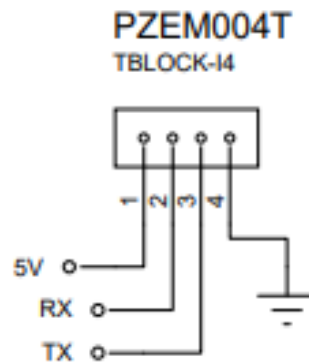


Figura 4.33 Diagrama de conexión del PZEM004T en el programa Proteus.

Como se observa en la Figura 4.34, todos los elementos mencionados fueron ubicados en una placa de baquelita con el elemento ESP32 que son conectado para su respectiva función que va a realizar.



Figura 4.34 Conexiones de los elementos con el ESP32.

- **Programación de la parte de la conexión con telegram**

La Figura 4.35 representa un diagrama de flujo de un sistema de automatización o control, diseñado en una plataforma de programación visual como Node-RED. En el centro, se encuentra un bloque denominado "L1", que actúa como el nodo principal que recibe un evento llamado. Desde este nodo, se ramifican varias conexiones hacia diferentes bloques de funciones, cada uno etiquetado con un nombre específico lo que indica que el sistema está diseñado para realizar múltiples tareas en respuesta al evento inicial.

Cada función está configurada para iniciarse después de un periodo de espera de 500 ms o 1000 ms, lo que sugiere que hay un enfoque en la temporización para asegurar que las acciones se ejecuten de manera secuencial y controlada. Además, algunos de los bloques como Telegram, lo que indica que ciertas funciones están destinadas a enviar mensajes a través de la plataforma de Telegram. Este diseño resalta la flexibilidad y eficiencia del sistema para gestionar interacciones con dispositivos o servicios externos, permitiendo una respuesta organizada a eventos en tiempo real.

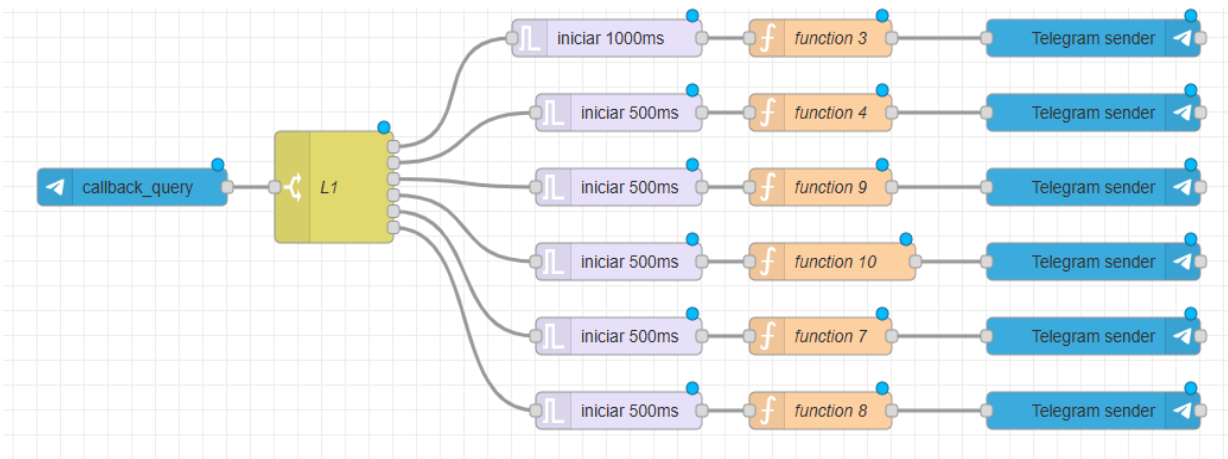


Figura 4.35 Diagrama de simulación de la conexión con la aplicación telegram.

5. ANÁLISIS DE RESULTADOS

5.1 Prueba de funcionamiento del sistema

El sistema muestra su funcionalidad a través de la visualización de la verificación de datos de consumo eléctrico. De esta manera, se verifica de forma detallada la funcionalidad de los sensores, la comunicación de la plataforma de microcontrolador principal responsable del funcionamiento de los sensores y la funcionalidad del programa Node-RED.

5.2 Verificación de la identificación de rostros

Para acceder a la residencia, el usuario debe introducir una contraseña previamente creada "1234" por el propietario de la vivienda, la cual se representa en la Figura 5.1 como el código a ingresar al momento de entrar. Si se ingresa la contraseña correcta, el sistema procederá a la verificación de rostros, como se puede observar en la ilustración en la Figura 5.2.



Figura 5.1 Contraseña correcta que se debe ingresar para acceder al domicilio.

La verificación se realiza mediante una visualización en la pantalla del módulo, donde las imágenes deben ser cargadas previamente en el sistema. Cuando la cámara observa la escena, como se muestra en la Figura 5.2, se lleva a cabo un reconocimiento facial del usuario "HENRY", destacando su rostro en toda la pantalla con un color verde si es el usuario registrado. Si el usuario no está registrado en el sistema, este no reconocerá el rostro y aparecerá un recuadro rojo con el título "DESCONOCIDO". En tal caso, sonará la sirena por 10 segundos y se activarán las acciones de seguridad establecidas en el sistema para usuarios no reconocidos en la cual enviara un mensaje de seguridad a la aplicación Telegram en la cual informara al usuario que se activó el sistema de seguridad.



Figura 5.2 Verificación la captura de imagen facial.

Al realizar correctamente los pasos anteriores y verificar si el usuario está en el sistema, el dispositivo procederá a otorgar acceso al domicilio. En caso contrario, enviará una señal de alerta a un bot de Telegram, mostrando una notificación de alerta, como en la Figura 5.3.



Figura 5.3 Señal de envió al bot de Telegram de alerta.

Al verificar el correcto funcionamiento del sistema y la ejecución del algoritmo alojado en la Raspberry Pi 4, es posible confirmar que el microprocesador está operando de manera adecuada.

La Tabla 15, un extracto de la base de datos que almacena los ingresos de las personas en su módulo, muestra cómo funciona el reconocimiento de rostros.

Tabla 15: Registros de ingresos al módulo.

ID_CAMARA	NOMBRE USUARIO	ACCIÓN	HORA_ACCIÓN
CAM01_ING	DESCONOCIDO	Cerrado	2024_11_04 10:30:01
CAM01_ING	DESCONOCIDO	Cerrado	2024_11_05 12:20:10
CAM01_ING	DESCONOCIDO	Cerrado	2024_11_05 12:20:20
CAM01_ING	DESCONOCIDO	Cerrado	2024_11_05 12:20:30
CAM01_ING	DESCONOCIDO	Cerrado	2024_11_05 12:20:40
CAM01_ING	DESCONOCIDO	Cerrado	2024_11_06 12:20:50
CAM01_ING	DESCONOCIDO	Cerrado	2024_11_06 12:25:00
CAM01_ING	DESCONOCIDO	Cerrado	2024_11_06 12:25:10
CAM01_ING	DESCONOCIDO	Cerrado	2024_11_06 12:25:20
CAM01_ING	DESCONOCIDO	Cerrado	2024_11_06 12:25:30
CAM01_ING	HENRY	Abierto	2024_11_06 14:30:05
CAM01_ING	HENRY	Abierto	2024_11_06 14:30:10
CAM01_ING	HENRY	Abierto	2024_11_06 14:30:15
CAM01_ING	HENRY	Abierto	2024_11_06 14:30:20
CAM01_ING	HENRY	Abierto	2024_11_06 14:30:25
CAM01_ING	HENRY	Abierto	2024_11_06 14:30:30
CAM01_ING	HENRY	Abierto	2024_11_06 14:30:35
CAM01_ING	HENRY	Abierto	2024_11_07 15:10:05
CAM01_ING	HENRY	Abierto	2024_11_07 15:10:10
CAM01_ING	HENRY	Abierto	2024_11_07 15:10:15
CAM01_ING	HENRY	Abierto	2024_11_07 15:10:20
CAM01_ING	HENRY	Abierto	2024_11_07 15:10:25
CAM01_ING	HENRY	Abierto	2024_11_07 15:10:30
CAM01_ING	HENRY	Abierto	2024_11_07 15:10:35
CAM01_ING	HENRY	Abierto	2024_11_07 15:10:40
CAM01_ING	HENRY	Abierto	2024_11_07 15:10:45
CAM01_ING	HENRY	Abierto	2024_11_07 15:10:50
CAM01_ING	HENRY	Abierto	2024_11_07 15:10:55
CAM01_ING	HENRY	Abierto	2024_11_07 15:10:60
CAM01_ING	HENRY	Abierto	2024_11_07 15:11:05

5.2.2 Prueba de sensores

Como se indica Tabla 16, Dado que el sistema está expuesto a posibles fallas operativas, esto se debe a distintas causas externas que pueden provocar un funcionamiento incorrecto del sistema. Esto puede resultar en deficiencias en la calibración de los sensores y daños en los circuitos internos de los dispositivos, debido a factores externos como la humedad, la

manipulación de circuitos, entre otras causas. La operación de cada uno de estos sensores tiene su propio funcionamiento específico; así, la forma de verificación de un sensor de voltaje o corriente es muy diferente, ya que se visualiza la magnitud de los amperios y voltios.

Tabla 16: Características del funcionamiento de sensores.

Dispositivo	Funcionalidad	Plataforma IoT / Telegram	Observaciones
Sensor de voltaje	Mide el voltaje que suministra la empresa eléctrica en servicio residencial	Correcto	Si se tiene una correcta calibración del elemento PZEM004T la misma que de la señal senoidal para evitar mediciones erróneas
Sensor de Corriente	Mide los flujos de corriente la cual pasa por la acometida al ingreso de la residencia	Correcto	Si se tiene una correcta calibración del elemento PZEM004T la misma que de la señal senoidal para evitar mediciones erróneas
Cámara	Detecta el rostro al momento del ingreso Captura de rostros al momento del ingreso a la residencia	Correcto	Se realizó la verificación del funcionamiento de la cámara a través de la visualización mediante una imagen proyectada en una pantalla conectada a la Raspberry.
Sensor de humedad y temperatura	Mide la humedad y temperatura presente en el entorno ambiental	Correcto	Si se tiene la correcta calibración del equipo DHT11 el cual recibe señales de humedad y envía los

			datos al monitor de la Raspberry Pi.
--	--	--	--------------------------------------

5.2.1 Desarrollo del BoT de Telegram

El funcionamiento mediante Telegram permite la selección de bot o usuarios automatizados, lo que facilita la creación de un bot propio para el monitoreo del sistema, utilizando los comandos necesarios según el usuario. Estas características programables en Telegram están configuradas a través de “BotFather” para acceder al programa. Con esto, no es necesario crear una nueva aplicación, ya que se puede utilizar la misma aplicación que se empleó para la creación del bot. Telegram posee los componentes necesarios que el usuario requiere.

Esta aplicación ayudará a monitorear el consumo eléctrico, incluyendo energía, potencia, corriente, voltaje, así como humedad y temperatura, mediante la configuración en "OPCIONES" como se muestra en la Figura 5.4.

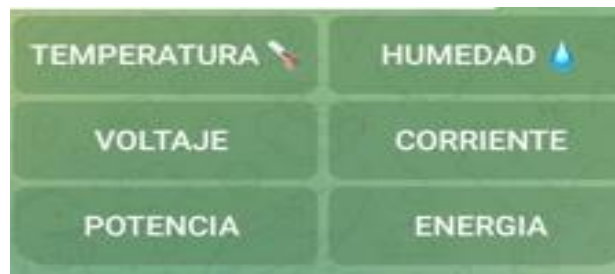


Figura 5.4 Parámetros de consumo eléctrico en el programa bot Telegram.

En la Figura 5.5 se representan las mediciones de corriente, voltaje, potencia y energía cuando el sistema está activado en su totalidad, abarcando tanto el sistema de iluminación como el de fuerza. Esto permitirá realizar la comparación con el equipo de medición presente en el módulo.



Figura 5.5 Resultados obtenidos en el programa de bot Telegram.

5.3 Prueba con Amazon Alexa

La prueba se realizará con personas de cuatro grupos de edad diferentes: de 10 a 15 años, de 20 a 35, de 45 a 65, y de 20 a 45 años. Con el objetivo de determinar el alcance de Amazon Alexa en el sistema, las pruebas se llevarán a cabo de manera individual, a una distancia de 1 a 3 metros, para evitar cualquier interferencia por ruido.

Tabla 17: Prueba con el asistente de Amazon Alexa.

Distancia	Reconocimiento	Edades				Intentos Totales
		10 a 15 (Años) Niño	20 a 35 (Años) Adulto	45 a 65 (Años) Anciano	20 a 45 (Años) Mujer	
1 metro	Correcto	81	97	76	98	352
	Fallido	19	3	24	2	48
3 metros	Correcto	66	87	55	73	281
	Fallido	34	13	45	27	119

En la Tabla 17, se observó un resultado obtenido a partir de 100 intentos para cada una de las edades en los envíos de comandos. Se notó que, en el rango de edades de 45 a 65 años, el comando de voz debía activarse al menos dos veces para que el sistema reconociera el

comando. Además, se puede apreciar que la precisión en el reconocimiento del comando de voz varía con la edad.

Los resultados de un experimento del reconocimiento de voz, realizado en cuatro grupos de edad: 10 a 15 años, 20 a 25 años, 40 a 45 años y 60 a 65 años, se presentan en la Tabla 17. El asistente de voz registró 352 reconocimientos correctos y 48 fallidos a una distancia de 1 metro. El grupo de 45 a 65 años logró la mayor dificultad de aciertos (76), mientras que el grupo de 20 a 45 años tuvo la menos dificultad de aciertos (98). Esto sugiere que el asistente de voz es más efectivo a corta distancia, especialmente en los grupos de edad más jóvenes.

A una distancia de 3 metros, la efectividad del asistente de voz disminuyó, con 281 reconocimientos correctos y 119 fallidos. En general, el rendimiento del reconocimiento de voz fue menos preciso a mayor distancia, lo que sugiere que la efectividad del sistema se ve afectada negativamente cuando los usuarios se encuentran más alejados del micrófono.

Los resultados de la "Prueba de 1 metro" en varios grupos de edad se muestran en la Figura 5.6, se destaca que la mayoría de los participantes en cada grupo lo hicieron correctamente. El grupo más exitoso fue el de los adultos con las edades de 20 a 35 años; Alrededor de 87 personas lograron pasar la prueba y solo 13 fallaron. Por otro lado, el grupo de 45 a 65 años experimentó la mayor cantidad de fallos relativos, con alrededor de 45 fallando y 55 pasando.

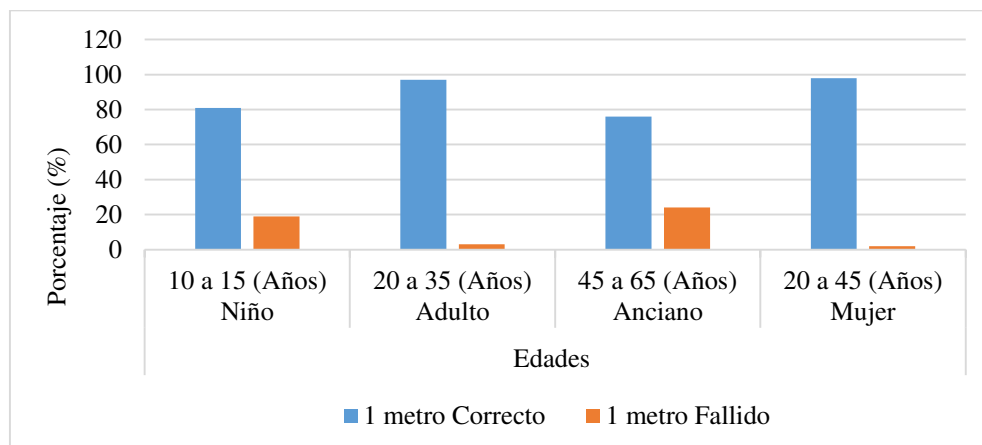


Figura 5.6 Representación de la prueba de 1 metro.

La Figura 5.7, muestra los resultados de la "Prueba de 3 metros" en varios grupos de edad, destacando que, aunque la mayoría de los participantes completaron la prueba correctamente, el porcentaje de fallos fue mayor en comparación con la "Prueba de 1 metro".

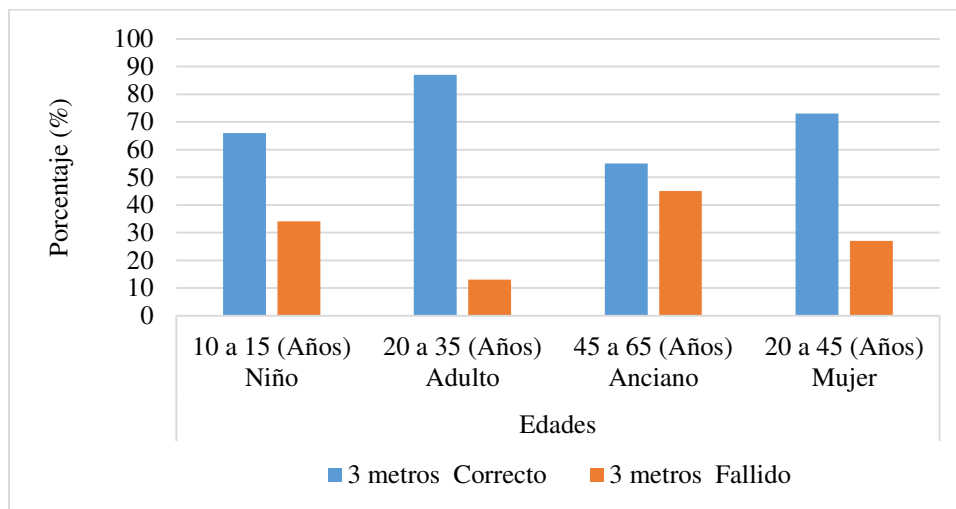


Figura 5.7 Representación de la prueba de 3 metro.

La Tabla 18, muestra un componente de la base de datos que almacena las instrucciones que el asistente inteligente recibe por voz y que gestiona múltiples actuadores.

Tabla 18. Registro de comandó de voz.

ID_ACTUADOR	ACCIÓN	HORA_ACCIÓN
DORMITORIO_1	Apagado	2024_08_01 10:30:01
DORMITORIO_1	Encendido	2024_08_02 12:20:10
DORMITORIO_1	Encendido	2024_08_02 12:20:20
DORMITORIO_1	Encendido	2024_08_02 12:20:30
DORMITORIO_1	Encendido	2024_08_02 12:20:40
DORMITORIO_1	Apagado	2024_08_03 12:20:50
DORMITORIO_1	Encendido	2024_08_03 12:25:00
DORMITORIO_1	Apagado	2024_08_03 12:25:10
DORMITORIO_1	Encendido	2024_08_03 12:25:20
DORMITORIO_1	Apagado	2024_08_03 12:25:30
DORMITORIO_2	Encendido	2024_08_03 14:30:05
DORMITORIO_2	Encendido	2024_08_03 14:30:10
DORMITORIO_2	Encendido	2024_08_03 14:30:15
DORMITORIO_2	Apagado	2024_08_03 14:30:20
DORMITORIO_2	Apagado	2024_08_03 14:30:25
DORMITORIO_2	Apagado	2024_08_03 14:30:30

DORMITORIO_2	Apagado	2024_08_03 14:30:35
DORMITORIO_2	Apagado	2024_08_04 15:10:05
DORMITORIO_2	Apagado	2024_08_04 15:10:10
DORMITORIO_2	Apagado	2024_08_04 15:10:15
BAÑO	Encendido	2024_08_04 15:10:20
BAÑO	Encendido	2024_08_04 15:10:25
BAÑO	Encendido	2024_08_04 15:10:30
BAÑO	Encendido	2024_08_04 15:10:35
BAÑO	Apagado	2024_08_04 15:10:40
BAÑO	Encendido	2024_08_04 15:10:45
BAÑO	Encendido	2024_08_04 15:10:50
BAÑO	Encendido	2024_08_04 15:10:55
BAÑO	Encendido	2024_08_04 15:10:60
COCINA	Encendido	2024_08_04 15:11:05
COCINA	Encendido	2024_08_04 15:11:06
COCINA	Encendido	2024_08_04 15:11:07
COCINA	Encendido	2024_08_04 15:11:08
COCINA	Apagado	2024_08_04 15:11:09
COCINA	Encendido	2024_08_04 15:11:10
COCINA	Apagado	2024_08_04 15:11:11
COCINA	Encendido	2024_08_04 15:11:12
COCINA	Apagado	2024_08_04 15:11:13
COCINA	Apagado	2024_08_04 15:11:14
COCINA	Apagado	2024_08_04 15:11:15
SALON	Apagado	2024_08_04 15:11:16
SALON	Encendido	2024_08_04 15:11:17
SALON	Encendido	2024_08_04 15:11:18
SALON	Encendido	2024_08_04 15:11:19
SALON	Encendido	2024_08_04 15:11:20
SALON	Apagado	2024_08_04 15:11:21
SALON	Encendido	2024_08_04 15:11:22
SALON	Apagado	2024_08_04 15:11:23
SALON	Encendido	2024_08_04 15:11:24
SALON	Encendido	2024_08_04 15:11:25

5.4 Comparación de respuesta de asistente de voz

Se llevó a cabo un análisis comparativo del comando de voz diseñado en el sistema actual, contrastándolo con el comando de voz de otro asistente. En este sistema, el asistente de voz

más destacado es Amazon Alexa, por lo que se realizó una comparación utilizando el mismo procedimiento previamente descrito.

La prueba se desarrolló a una distancia de entre 1 y 3 metros del dispositivo central del sistema. Se realizaron 100 intentos en diversas configuraciones y con diferente asistente de voz como se observa en la Tabla 19.

El propósito de este análisis comparativo fue evaluar el desempeño y la eficacia del comando de voz implementado Amazon Alexa, en comparación con otros asistentes de voz disponibles en el mercado, como un comando de voz. La metodología empleada para esta prueba fue similar a la utilizada en evaluaciones previas mencionadas.

Tabla 19: Prueba con el asiste de voz reconocimiento de voz Arduino.

Distancia	Reconocimiento	Edades				Intentos Totales
		10 a 15 (Años) Niño	20 a 35 (Años) Adulto	45 a 65 (Años) Anciano	20 a 45 (Años) Mujer	
1 metro	Correcto	83	92	82	75	332
	Fallido	17	8	18	25	68
3 metros	Correcto	60	64	62	58	244
	Fallido	40	26	38	42	146

Como se muestra en los resultados, a una distancia de 1 metro, se realizaron un total de 400 intentos, de los cuales 332 fueron aciertos, mientras que 62 resultaron fallidos. A una distancia de 3 metros, el número de aciertos fue de 244, y los intentos fallidos ascendieron a 146. En la Figura 5.8 se presenta la comparación entre Amazon Alexa y el reconocimiento de voz implementado.

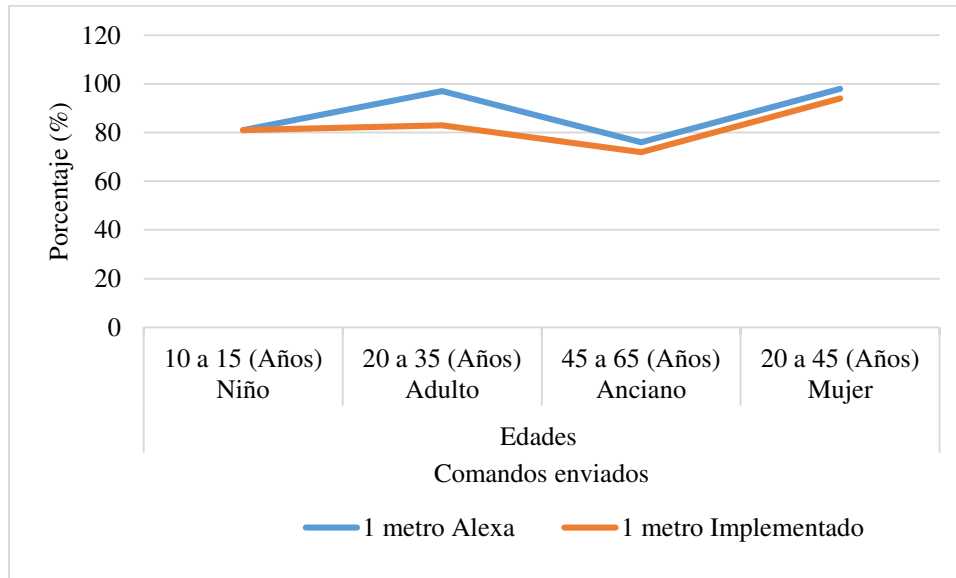


Figura 5.8 Resultado obtenido de las pruebas realizadas a 1 metro.

Como se puede observar en la Figura 5.8, los resultados obtenidos en la recepción de comandos entre el asistente Amazon Alexa y el asistente implementado, a una distancia de 1 metro, fueron del 88% y 82.5% respectivamente, considerando un total de 400 comandos enviados a cada asistente. La diferencia entre ambos fue del 5.5%, lo que indica que Amazon Alexa presenta un nivel de fiabilidad comparable al de un asistente para una vivienda.

En la Figura 5.9, se muestra la comparación que se realizó de intentos realizados entre los 4 participantes con Amazon Alexa y el asistente implementado

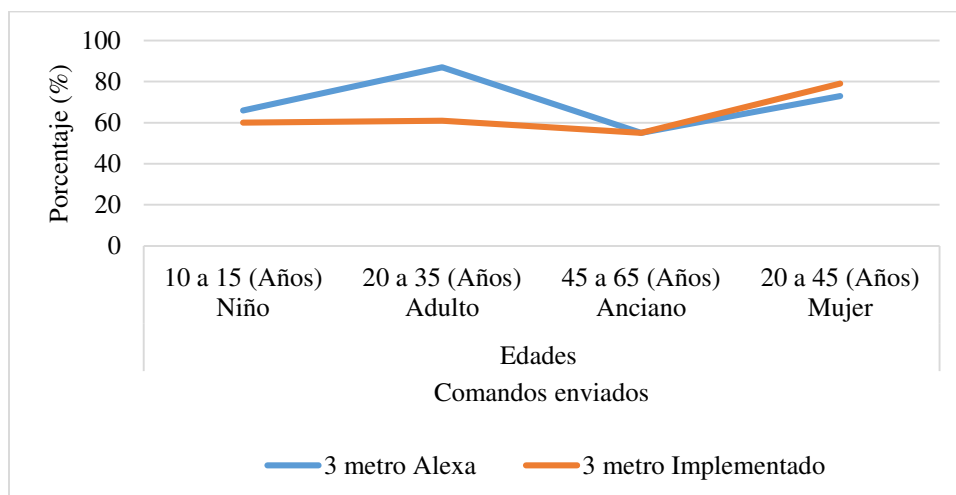


Figura 5.9 Resultado obtenido de las pruebas realizadas a 3 metros.

Como se indica en la Figura 5.9, La diferencia en la recepción de comandos entre Amazon Alexa y el asistente implementado a una distancia de 3 metros fue del 70.25% y 63.75%, respectivamente, presentando una diferencia del 6.5% entre ambos. Esto sugiere que Amazon Alexa es competitivo en comparación con el asistente implementado, dado su carácter comercial.

En la comparación que se realizó fue más eficiente a través de análisis estadístico que el asistente Amazon Alexa, obtuvo un mayor porcentaje en recepción de comandos de ordenes por comandos de voz emitido por el usuario

5.5 Análisis y prueba del sistema

5.5.1 Prueba realizada con el Analizador de Redes

- Voltaje

La Figura 5.10 se analizó el consumo eléctrico de un sistema domótico en un domicilio durante el periodo comprendido entre el 16 de diciembre de 2024, desde las 15:40 hasta las 17:40. Los valores registrados oscilaron entre 115 V y 130 V, con un promedio aproximado de 120 V. En el gráfico correspondiente, la línea azul representa los valores mínimos registrados, mientras que la línea roja indica los valores máximos alcanzados en el promedio del consumo. Tras el análisis, se concluye que los valores observados se encuentran dentro del rango aceptable de 108v a 132 para el funcionamiento del sistema.

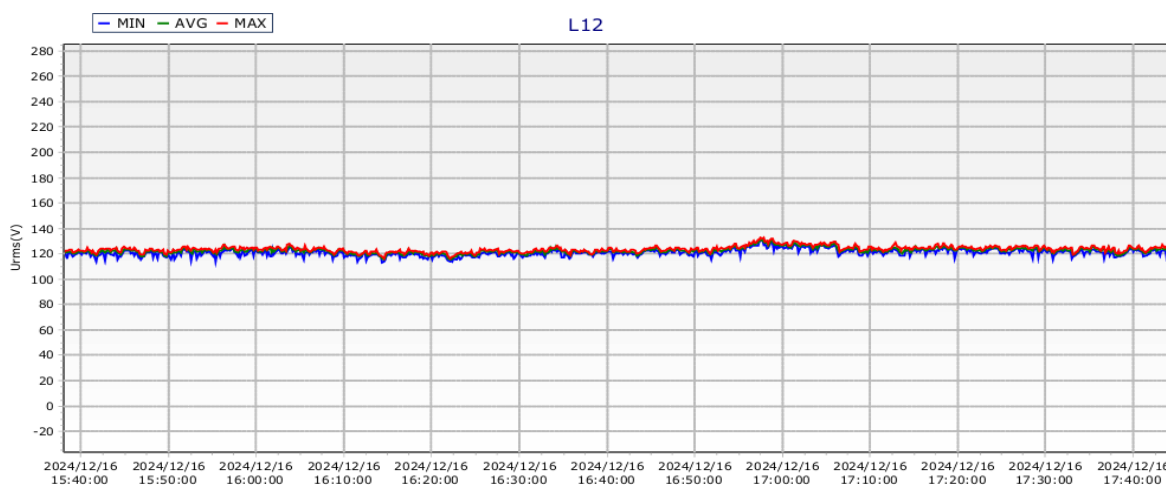


Figura 5.10 Prueba de voltaje con el analizador.

- Corriente

En la Figura 5.11 se registraron valores de corriente que variaron entre un mínimo de 1 A y un máximo de 14 A, con un promedio aproximado de 4 A. Se identificaron picos recurrentes que indican períodos de alta demanda, los cuales ocurren al conectar determinados dispositivos eléctricos. Según lo establecido en la normativa de seguridad, se señala que estos picos no deben superar el 80% de la capacidad nominal, a fin de garantizar un funcionamiento seguro y evitar posibles riesgos asociados al sobreconsumo

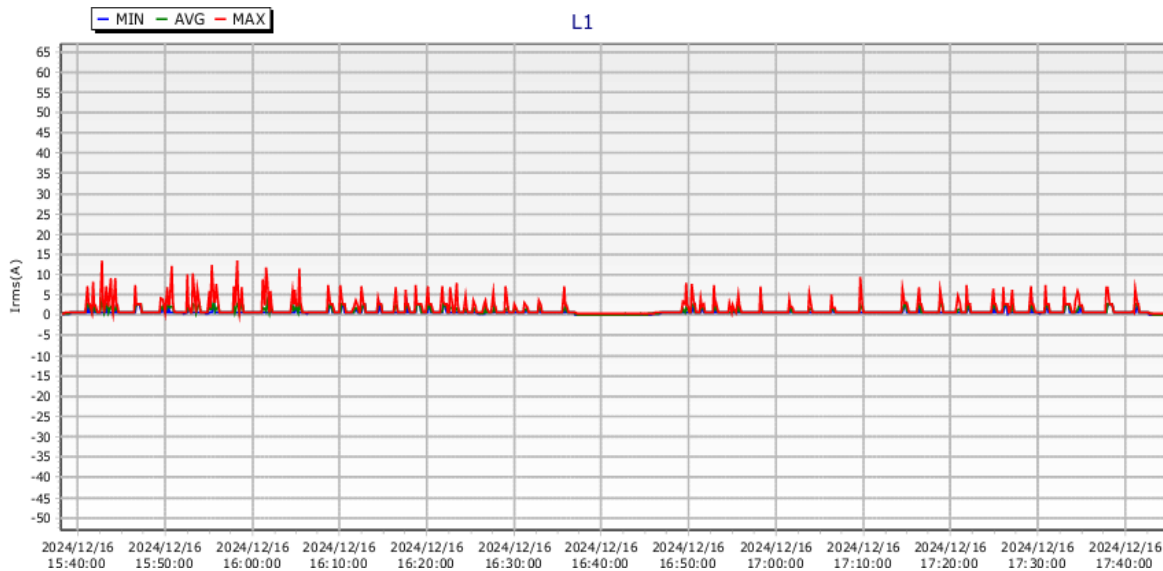


Figura 5.11 Prueba de corriente con el analizador.

- Potencia

La Figura 5. 12 muestra la variación de la potencia en kilovatios (kW) a lo largo del tiempo, destacándose en el gráfico líneas representativas de los valores mínimos y máximos. La línea azul indica los valores mínimos, que se acercan a 0 kW, mientras que la línea roja representa el promedio y los valores máximos alcanzados en función del consumo. Los picos registrados, que alcanzan hasta 1.5 kW, reflejan momentos de alta demanda, probablemente asociados al uso simultáneo de electrodomésticos de alto consumo.

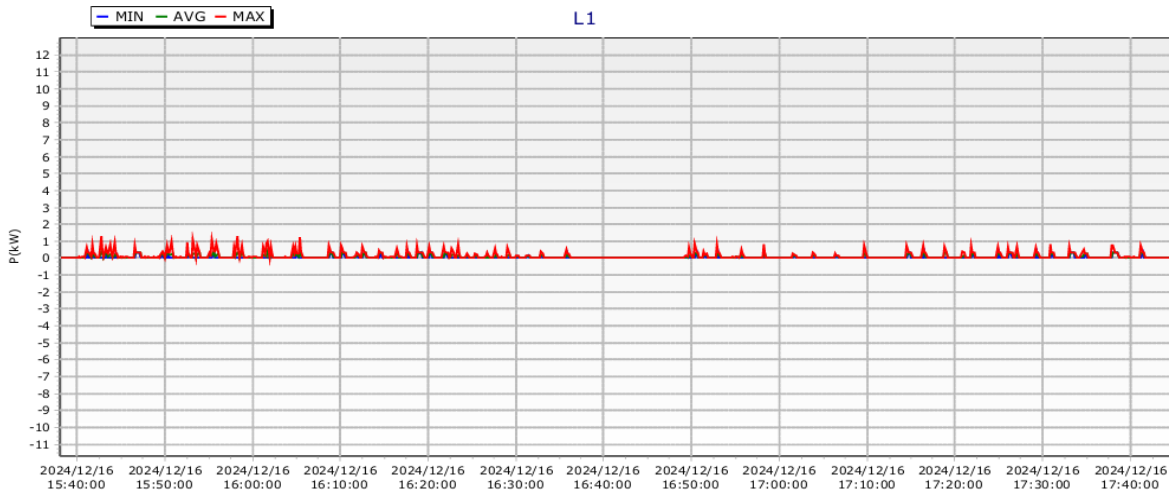


Figura 5. 12 Prueba de potencia con el analizador.

- Energía

Se observa en la Figura 5.13 presenta un consumo de energía en kilovatios-hora (kWh) que se mantiene casi constante y estable a lo largo del tiempo, lo que indica un uso eficiente de los dispositivos conectados.

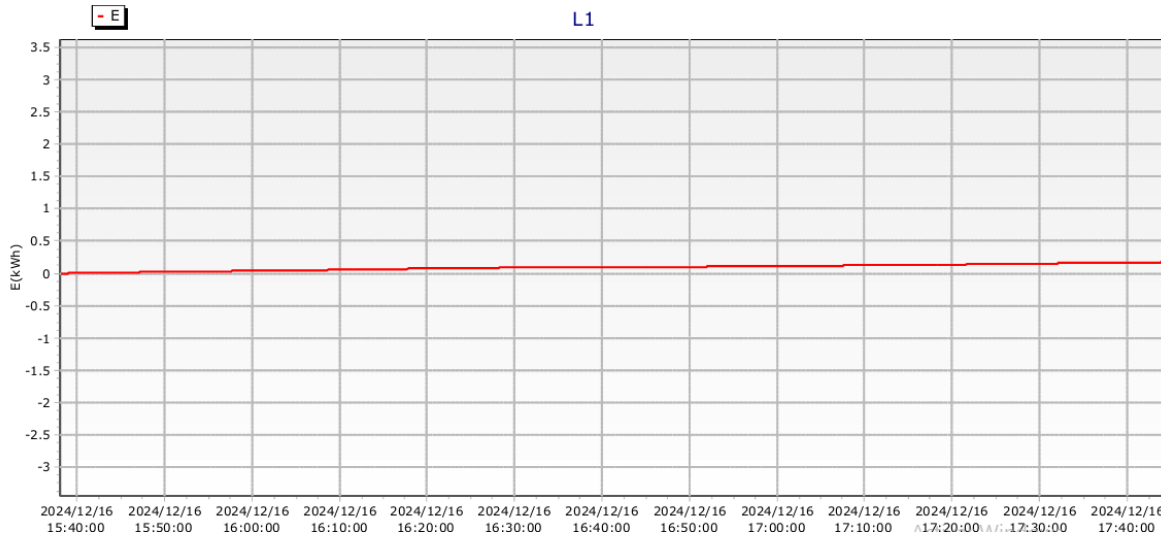


Figura 5.13 Prueba de energía con el analizador.

5.5.2 Elaboración de la curva en el programa MATLAB

- Voltaje

La Figura 5.14 representa el comportamiento del voltaje medido por el módulo (V_m), en azul, y el voltaje registrado con el equipo (V_e), en naranja. Los valores oscilan entre 110 V, correspondiente al mínimo registrado, y 130 V, que marca el valor máximo a lo largo del período analizado. La serie azul (V_m) refleja variaciones significativas, que podrían estar asociadas con cambios en la carga eléctrica derivados del uso de electrodomésticos o dispositivos conectados al sistema, alcanzando un valor máximo de 129 V y un mínimo de 111 V. Por su parte, la serie naranja (V_e) muestra un valor máximo de 130 V y un mínimo de 115 V, indicando que no presenta variaciones significativas, lo cual sugiere que se encuentra dentro del rango de aceptación.

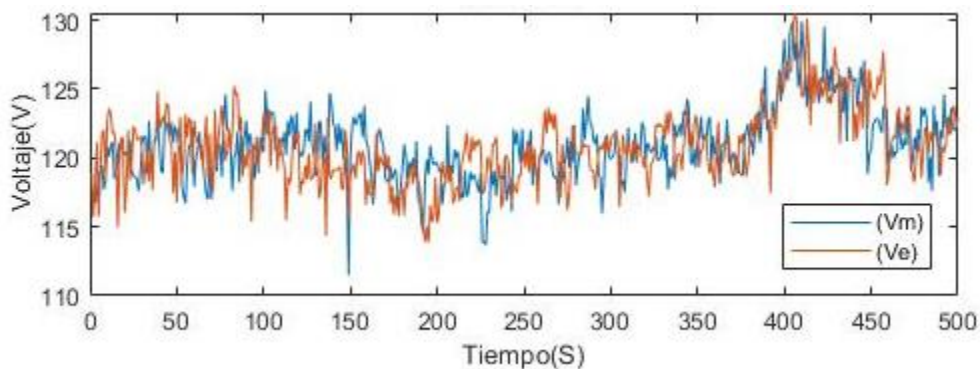


Figura 5.14 Curva de prueba realizada de voltaje en MATLAB.

- Corriente

La Figura 5.15 muestra el comportamiento del consumo de corriente en un sistema domótico, presentando dos conjuntos de datos, la corriente del módulo (I_m), representada en color azul, la cual indica un valor máximo de 1.5 A y un mínimo de 0.5 A. Por otro lado, la corriente del equipo (I_e), mostrada en color naranja, presenta un valor máximo de 1.6 A y un mínimo de 0.5 A. Se observan picos pronunciados en la serie azul (I_m), los cuales podrían asociarse a momentos de alta demanda eléctrica derivados de la activación de determinados dispositivos. En contraste la serie naranja (I_e) muestra una tendencia más estable, sugiriendo un consumo estimado bajo condiciones normales de operación.

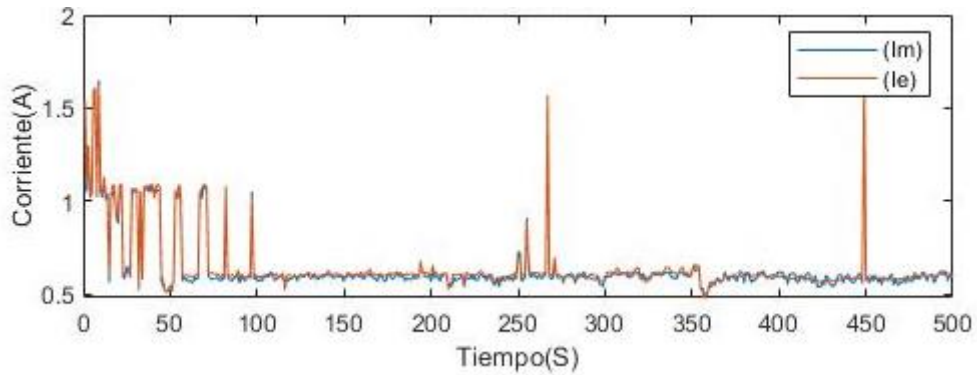


Figura 5.15 Curva de prueba realizada de corriente en MATLAB.

- Potencia

Se presenta en la Figura 5.16 muestra la potencia en un sistema eléctrico que se representa mediante dos mediciones, la proporcionada por el módulo (Pm) y la realizada por un equipo profesional (Pe). La potencia del módulo oscila entre 70 W y 200 W mientras que la del equipo varía entre 50 W y 250 W. La línea azul corresponde a Pm, donde muestra oscilaciones significativas y picos asociados a momentos de alta demanda. Posiblemente provocados por la activación de electrodomésticos, lo que refleja una mayor variabilidad en esta medición. En diferencia a la línea naranja que representa Pe, presenta una estimación más constante y precisa, ya que proviene de un equipo profesional para garantizar mayor fiabilidad en los resultados.

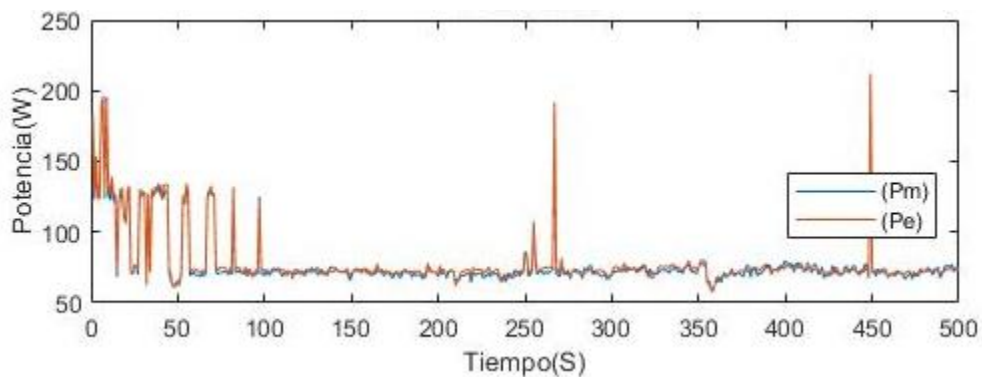


Figura 5.16 Curva de prueba realizada de potencia en MATLAB.

- Energía

Como se muestra en la Figura 5.17 el consumo de energía en un sistema domótico se representa mediante dos mediciones, la energía monitorizada por el módulo (Em) y la registrada por un equipo profesional (Ee). La medición (Em) muestra un valor máximo de 0.13 J, mientras que (Ee) que proporciona valores más precisos al ser obtenidos con un equipo de medición más profesional, el valor alcanza un máximo de 0.15 J. Ambas series presentan un incremento progresivo a lo largo del tiempo. La curva correspondiente a (Em) evidencia oscilaciones que reflejan variaciones en el consumo energético, posiblemente ocasionadas por la activación de dispositivos eléctricos en el sistema. La curva de (Ee) exhibe un comportamiento más estable, representando un modelo de consumo típico bajo condiciones estándar.

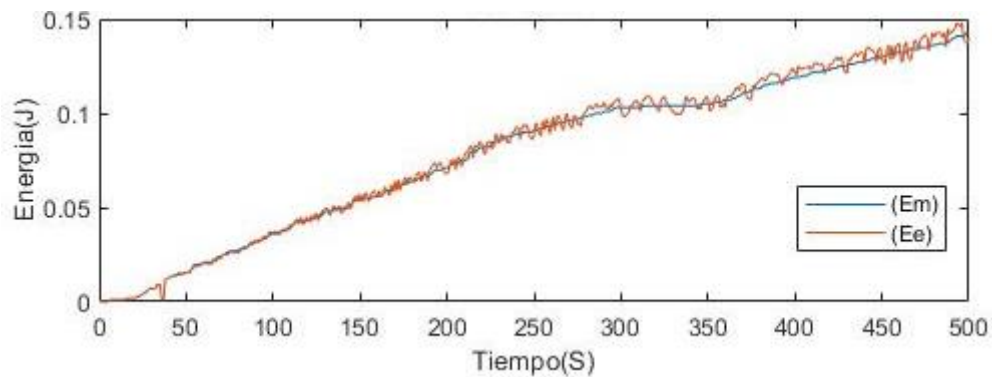


Figura 5.17 Curva de prueba realizada de energía en MATLAB.

5.5.3 Análisis de porcentaje de error y curva en el programa MATLAB

El porcentaje de error es una medida utilizada para evaluar la precisión de un valor aproximado en relación con un valor exacto o verdadero. Se expresa mediante la siguiente fórmula.

$$\text{Porcentaje de error} = \frac{\text{Valor Aproximado} - \text{Valor Exacto}}{\text{Valor Exacto}} \quad (5.1)$$

Valor Aproximado: Se refiere al resultado obtenido a través de programación, experimentación o estimaciones. Este valor puede derivarse de cálculos realizados por un modelo de mediciones experimentales o cualquier otra fuente que no sea considerada como la referencia exacta.

Valor Exacto: Corresponde al valor conocido o verdadero que sirve como referencia. En un análisis, este dato puede ser proporcionado por un analizador o por registros recopilados de una fuente confiable.

Porcentaje de Error: Es el resultado obtenido al aplicar la fórmula, expresando la discrepancia entre el valor aproximado y el valor exacto en términos porcentuales. Un porcentaje de error bajo indica que el valor aproximado es muy cercano al valor exacto, mientras que un porcentaje alto señala una mayor diferencia entre ambos.

Mediante la ecuación 5.1 previamente presentada, se logró calcular el porcentaje de error entre las curvas generadas por el módulo y los datos proporcionados por el equipo.

Análisis del porcentaje de error entre los datos del módulo y el analizador

- Voltaje

Como se observa en la Figura 5.18, el porcentaje de error porcentual del voltaje en un tablero domótico presenta oscilaciones constantes que varían entre -5% y +5%, lo cual indica que las variaciones en el voltaje medido se encuentran dentro de los límites establecidos por la norma. Estas fluctuaciones pueden atribuirse a cambios en la carga, ocasionados por la conexión de diferentes aparatos domésticos. Esto sugiere la presencia de interferencias eléctricas o cierta inestabilidad en la red eléctrica del sistema.

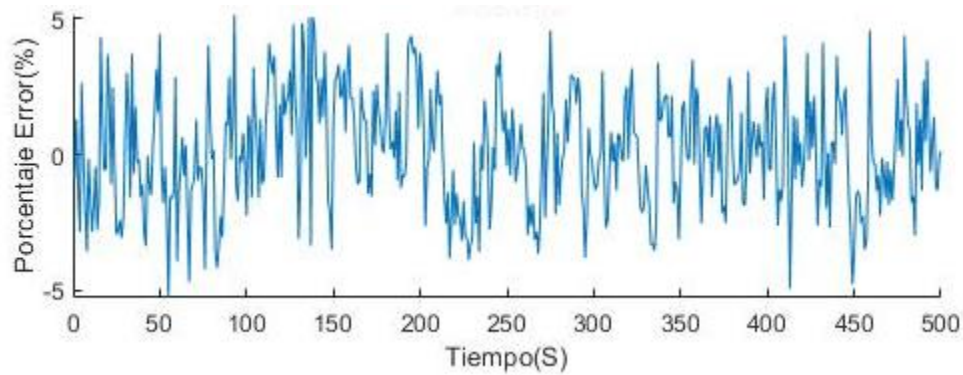


Figura 5.18 Curva de porcentaje de error del voltaje.

- Corriente

Las oscilaciones en la corriente de un sistema domótico, que muestran en la Figura 5.19 los valores tanto negativos como positivos se encuentran dentro de la norma estandarizada, cuyo rango varía entre -5% y $+5\%$. Estos se consideran aceptables y están dentro de lo esperado según lo determinado tras comparar las curvas obtenidas por el módulo y el equipo de medición.

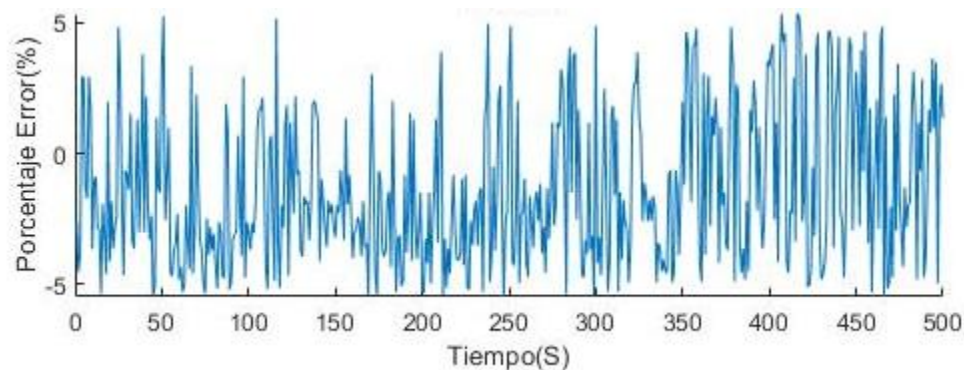


Figura 5.19 Curva de porcentaje de error de la corriente.

- Potencia

La Figura 5.20 muestra un porcentaje de error en relación con la potencia que oscila entre un mínimo de -5% y un máximo de 5% a lo largo de una prueba determinada, evidenciando variabilidad en el rendimiento del sistema analizado. Este análisis se llevó a cabo tras

comparar las curvas con los datos proporcionados tanto por el equipo como por el módulo. Aunque no se identifica una tendencia clara de aumento o disminución, se observan picos cercanos a -5% y 5% . Esto indica que el porcentaje de error se encuentra dentro de la norma estandarizada sugiriendo que las variaciones en el sistema mantienen un desempeño aceptable.

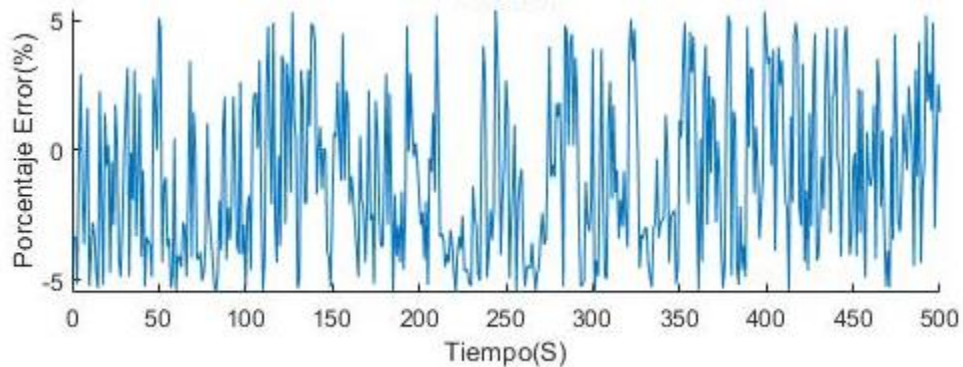


Figura 5.20 Curva de porcentaje de error de la potencia.

- Energía

La siguiente Figura 5. 21 refleja un porcentaje de error que varía entre -5% y 5% a lo largo de un periodo de tiempo lo que indica un análisis entre los datos entregados por el equipo y el modelo. Este comportamiento muestra un porcentaje de error mínimo en el desempeño del sistema situándose dentro de la norma estandarizada. Esta consistencia sugiere que el sistema opera de manera eficiente cumpliendo con los estándares esperados y minimizando las discrepancias en sus mediciones.

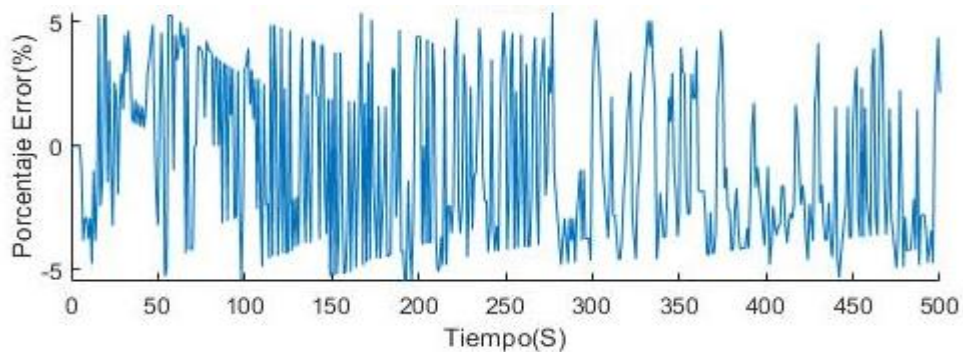


Figura 5. 21 Curva de porcentaje de error de energía.

5.6 Error medio cuadrático

La ecuación 5.2, muestra el cálculo del error medio cuadrático realizado con los datos proporcionados por el equipo y el módulo. En este análisis se consideran los valores del módulo como los observados mientras que los datos del equipo se toman como los valores predichos. El cálculo se lleva a cabo con un número de datos $n = 500$ para cada parámetro, que permite comparar los valores de consumo de corriente, potencia, voltaje y energía. Como resultado se obtienen los valores que se presentan en la Tabla 20.

$$\text{MSE} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Y_i - \widehat{Y}_i)^2 \quad (5.2)$$

MSE = Error medio cuadrático

n = Numero de datos

Y_i = Valores observados

\widehat{Y}_i = Valores predichos

Los valores estimados obtenidos tras el cálculo del Error Medio Cuadrático (EMC) en el programa Python arrojaron los siguientes resultados, como se indica en la Tabla 20.

Tabla 20: Valores del error medio cuadrático.

Error Medio Cuadrático	
Voltaje	6,35
Corriente	0,45
Potencia	7,14
Energía	7,39
Total	5,331

En la Tabla 20, se detallan los valores del Error Medio Cuadrático (EMC) para voltaje, corriente, potencia, energía y un total general. El voltaje muestra un 6.35, mientras que la

corriente presenta un 0.45. En cuanto a la potencia y la energía, de 7.14 y 7.39 respectivamente finalmente, el valor total del EMC es de 5.331.

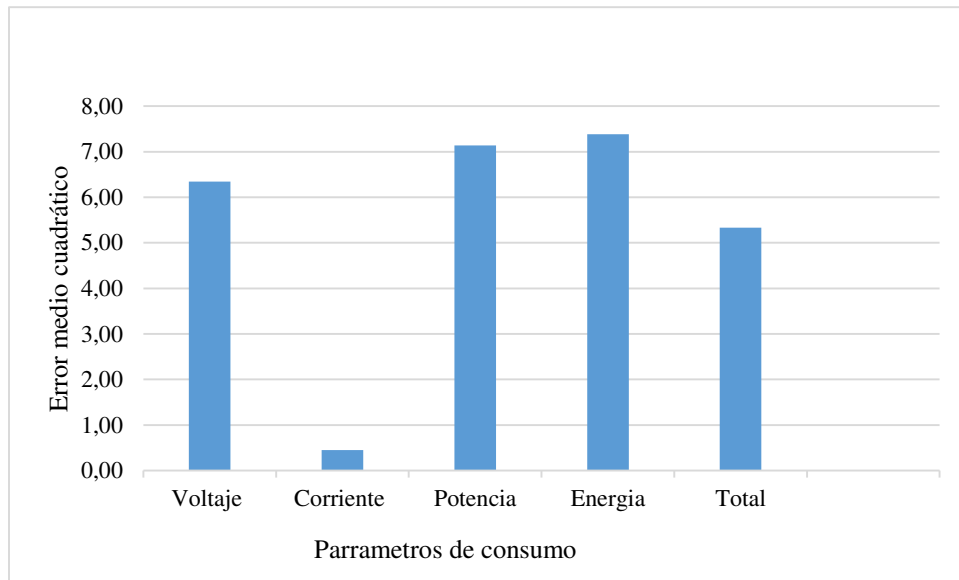


Figura 5.22 Representación de los parámetros del error medio cuadrático.

5.7 Costo de prototipo del modulo

En la Tabla 21, se muestran los costos asociados a la implementación de un sistema domótico para el monitoreo del consumo energético y de la seguridad residencial.

Tabla 21: Gastos Directos.

Ítem	Elemento	Unidad	Costo Unitario	Cantidad	Costo Total
1	Raspberry Pi4 Modelo B 8gb	c/u	\$250	1	\$250,00
2	Amazon Alexa	c/u	\$70	1	\$70,00
3	Módulo Wi-Fi ESP32	c/u	\$25	1	\$25,00
4	Modulo relé de 12 canales	c/u	15	1	\$15,00
5	Sensor de temperatura DHT11	c/u	\$10	1	\$10,00
6	Sensor de corriente PZEM004T	c/u	\$40	1	\$40,00
7	Boquilla plafón de cerámica	c/u	\$5	5	\$25,00
8	Sirena zoom S103	c/u	15	1	\$15,00
9	Tomacorriente doble	c/u	\$5	5	\$25,00
10	Cámara ESP32-CAM	c/u	\$35	1	\$35,00
11	Breaker	c/u	\$15	1	\$15,00
12	Batería (UPS)	c/u	\$50	1	\$50,00
13	Diseño de placa electrónica	c/u	\$5	1	\$5,00
14	Lacoboorn	c/u	\$80	1	\$80,00
15	Foco Led	c/u	\$5	5	\$25,00
16	Pantalla táctil	c/u	\$100	1	\$100,00
17	Caja de distribución eléctrica	c/u	\$30	1	\$30,00
18	Analizador de redes	c/u	\$250	1	\$250,00
Subtotal					\$1.065,00
Imprevistos					\$40,25
TOTAL					\$1.105,25

Tabla 22: Gastos Indirectos.

Detalle	Cantidad	Precio	Total
Transporte	8	\$2,00	\$16,00
Varios	1	\$50,00	\$50,00
TOTAL			\$66,00

$$GD + GI = (1.105,25 + 66) = \$1.171,25$$

Se muestra en la

Tabla 21, la estimación detallada de los costos asociados a la implementación de un sistema domótico para el monitoreo del consumo energético y la seguridad residencial, con un costo total de \$1.105,25. Este monto incluye elementos clave como la Raspberry Pi 4, sensores, actuadores, cámara, batería de respaldo y otros componentes. Los ítems de mayor impacto en el costo total son la Raspberry Pi 4, el sensor de corriente PZEM004T, la pantalla táctil y el dispositivo Lacoboan, que representan aproximadamente el 55% del presupuesto.

Por lo tanto, el costo total de la implementación del prototipo tiene un costo de \$1.171,25

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

- Se realizó una revisión bibliográfica mediante artículos científicos, libros y documentos sobre propuestas tecnológicas e innovadoras actualmente en el mercado que permitan identificar herramientas y software rentables para la implementación de un sistema domótico; para así proponer un módulo de seguridad del hogar y monitoreo energético para viviendas residenciales.
- Se desarrolló un sistema domótico aplicable a viviendas residenciales. Para su diseño, se seleccionó el software AutoCAD-SolidWorks, ampliamente reconocido por su utilidad

en la creación de estructuras modulares y por ofrecer una representación más realista del resultado final. En el ámbito de la programación, se eligieron las aplicaciones Node-RED y Python, debido a su integración eficiente con la inteligencia artificial Alexa de Amazon, aprovechando sus bibliotecas y diversas funciones. Esto permitió la incorporación de funcionalidades como la medición del consumo eléctrico en tiempo real y el desarrollo de un sistema de seguridad, optimizando los beneficios del proyecto.

- De acuerdo con el análisis de resultados realizado al emitir comandos de voz al sistema implementado, considerando usuarios de diferentes edades, se observó que el asistente de voz Alexa de Amazon presenta un error del 5.5 % a distancias de uno y tres metros, respectivamente, en comparación con su contraparte Arduino que presentó un error del 6.5 %.
- Se llevaron a cabo pruebas de funcionamiento relacionadas con el consumo de energía eléctrica utilizando diferentes dispositivos, con el propósito de analizar el comportamiento de las curvas de potencia, voltaje, energía y corriente generadas por la demanda eléctrica de los equipos. De tal forma, se comparó el porcentaje de error ($\pm 5\%$) entre el módulo desarrollado y un analizador de redes obteniendo un margen de error del 5 % en la validación de los resultados.
- La creación de la guía de usuarios es fundamental para el entendimiento de las funciones y aplicaciones del módulo en donde se detalla el funcionamiento del sistema domótico y elementos que lo complementan. Lo cual permitirá comprender la importancia de la inteligencia artificial en el ámbito de la domótica proporcionando información clara para un mayor entendimiento de la tecnología involucrada en el desarrollo.

6.2 RECOMENDACIONES

- Para dimensionar un sistema domótico es fundamental llevar a cabo investigaciones respaldadas por libros, artículos científicos y documentos aplicados a la inteligencia artificial. Se recomienda el uso del software Node-RED y Python, debido a que cuentan con bibliotecas completas que facilitan el reconocimiento de asistentes de voz, detección facial y análisis del comportamiento del sistema energético, lo que permite maximizar su funcionamiento.

- Para optimizar el rendimiento de un sistema domótico residencial es imprescindible diseñar previamente los elementos y parámetros de funcionamiento necesarios. Lo cual resulta esencial conocer la distancia mínima y máxima del asistente de voz como Amazon Alexa, con el objetivo de evitar interferencias entre el emisor y el receptor.
- El desarrollo de este trabajo de implementación tuvo como propósito garantizar la seguridad del hogar y monitorear los parámetros de consumo energético.

7. REFERENCIAS

- [1] U. Nacional José Faustino Sánchez Carrión y A. Wesley Bernardo Guzmán Muñoz Asesor Ing. Ulises Robert Martínez Chafalote, «Diseño de un sistema domótico y el consumo de energía eléctrica para una vivienda familiar en el Distrito de Pativilca, 2023», nov. 2023, Accedido: 13 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/20.500.14067/8774>
- [2] Felipe Fabricio Santiago Gordillo, «Domótica e inmótica para el ahorro de energía», Exploraciones, intercambios y relaciones entre el diseño y la tecnología, pp. 57-79, 2021, doi: 10.16/CSS/JQUERY.DATATABLES.MIN.CSS.
- [3] R. Alberto Vargas, «Repositorio de Tesis DGBSDI: Incorporación de la domótica en la construcción de viviendas populares». Accedido: 13 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://ru.dgb.unam.mx/handle/20.500.14330/TES01000789841>
- [4] «Historia de la Domótica — Arkiplus». Accedido: 13 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.arkiplus.com/historia-de-la-domotica>
- [5] J. A. Pizarro Ruiz, «Aportación al desarrollo de las normas técnicas y reglamentación para la implantación de los sistemas electrónicos para viviendas y edificios: domótica, inmótica y hogar digital», TDX (Tesis Doctorals en Xarxa), ene. 2014, Accedido: 13 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.tdx.cat/handle/10803/145249>

- [6] C. De Electrónica y Y. Automatización, «Diseño y simulación de un sistema domótico para una vivienda inteligente con protocolo Loxone», 2023, Accedido: 13 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible en: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/24511>
- [7] «032 - Revista digital - ACTA». Accedido: 13 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.acta.es/recursos/revista-digital-manuales-formativos/300-032>
- [8] R. A. Román Jiménez, «Diseño de un sistema dómico para control de iluminación y monitoreo de consumo eléctrico», 2011. Accedido: 13 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://noesis.uis.edu.co/handle/20.500.14071/25513>
- [9] «¿Qué es la domótica y para qué sirve? | Repsol». Accedido: 13 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.repsol.com/es/energia-futuro/tecnologia-innovacion/que-es-la-domotica/index.cshtml>
- [10] «DOMOTICA: CARACTERÍSTICAS CASAS INTELIGENTES». Accedido: 13 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://antoniopendolema.blogspot.com/2013/04/caracteristicas-de-la-vivienda.html>
- [11] «Componentes de un sistema | Domótica». Accedido: 13 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://domoticaudem.wordpress.com/componentes-de-un-sistema/>
- [12] E. G. H. Silva, «Diseño de prototipo de sistema domótico para monitoreo y reducción del consumo energético residencial», Centro Universitario Tecnológico CEUTEC, 2022, Accedido: 13 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.unitec.edu/xmlui/handle/123456789/11723>
- [13] L. Felipe y H. Quintero, «Viviendas inteligentes (domótica)», vol. 25, n.º 58, pp. 47-53, 2005, Accedido: 13 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/28683>
- [14] E. E. Sistema De Información y F. Agustín VILLAGRA, «Sistema de Domótica para regular el estado emocional», dic. 2021, Accedido: 13 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible en: <http://ria.utn.edu.ar/xmlui/handle/20.500.12272/5924>

- [15] «Qué es una base de datos | Oracle México». Accedido: 13 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.oracle.com/mx/database/what-is-database/>
- [16] D. Fernando, C. Yauripoma, y M. Efraín, «Estudio y diseño de un sistema domótico aplicado en el edificio de laboratorios para la facultad de Mecánica.», 2014. Accedido: 13 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/3739>
- [17] A. G. ELVIS ARIEL y V. P. CHRISTIAN SEBASTIAN, «Diseño y construcción de un módulo para la comunicación entre el dispositivo Alexa y el protocolo Loxone», 2022, Accedido: 13 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible en: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/23482>
- [18] L. R. Ortiz Torres, «Sistema domótico basado en inteligencia artificial para el control del consumo eléctrico y seguridad en residencias.», 2023. Accedido: 13 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec:8443/jspui/handle/123456789/37613>
- [19] J. Humberto Saavedra Acuña y I. Julio Cedeño Ferrín, «MECANISMOS SMART PARA CONTROLAR DISPOSITIVOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS A TRAVÉS DE UN TELÉFONO INTELIGENTE PARA LA CARRERA DE TECNOLOGIA DE LA INFORMACION DE LA UNIVERSIDAD ESTATAL DEL SUR DE MANABÍ.», 2021. Accedido: 13 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/2887>
- [20] Fernando Félix y Paguay Carrasco, «Prototipo de sistema domótico, utilizando Amazon alexa (echo) y módulos basados en ESP8285 y ESP8266», Universidad Técnica del Norte, Ibarra, 2023. Accedido: 13 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/13826>
- [21] S. René y P. Ruíz, «Instalación del sistema eléctrico de fuerza del laboratorio de computación de la Carrera de Ingeniería en Sistemas», Universidad Nacional de Loja, Loja, 2015. Accedido: 13 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://dspace.unl.edu.ec/handle/123456789/18117>

