



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE QUITO

CARRERA DE COMPUTACIÓN

**IMPLEMENTACIÓN DE UN SMART HOME CON REQUERIMIENTOS MÍNIMOS
EN HARDWARE, SOFTWARE, FINANCIERO, QUE SEA AUTOSUSTENTABLE EN
LAS RESIDENCIAS QUITO Y VALLES**

Trabajo de titulación previo a la obtención del
Título de Ingenieros en Ciencias de la Computación

AUTORES: ANDRES SEBASTIÁN CHIRIBOGA SALAZAR

JORGE MATEO PACCHA GARZON

TUTOR: JAYA DUCHE MANUEL RAFAEL

Quito – Ecuador

2025

**CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN**

Nosotros, Andrés Sebastian Chiriboga Salazar con documento de identificación N° 1726796715 y Jorge Mateo Paccha Garzon con documento de identificación N° 1750222638; manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

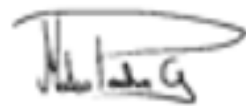
Quito, 25 de febrero de 2025

Atentamente,



Andrés Sebastian Chiriboga Salazar

1726796715



Jorge Mateo Paccha Garzon

1750222638

CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

Nosotros, Andrés Sebastian Chiriboga Salazar con documento de identificación N° 1726796715 y Jorge Mateo Paccha Garzon con documento de identificación N° 1750222638; expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Proyecto Técnico: **“Implementación de un smart home con requerimientos mínimos en hardware, software, financiero, que sea autosustentable en las residencias Quito y Valles”**, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingenieros en Ciencias de la Computación, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

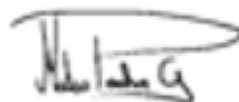
Quito, 25 de febrero de 2025

Atentamente,



Andrés Sebastian Chiriboga Salazar

1726796715



Jorge Mateo Paccha Garzon

1750222638

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Rafael Manuel Jaya Duche con documento de identificación N° 1710631035, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: **IMPLEMENTACIÓN DE UN SMART HOME CON REQUERIMIENTOS MÍNIMOS EN HARDWARE, SOFTWARE, FINANCIERO, QUE SEA AUTOSUSTENTABLE EN LAS RESIDENCIAS QUITO Y VALLES**, realizado por Andrés Sebastian Chiriboga Salazar con documento de identificación N° 1726796715 y por Jorge Mateo Paccha Garzon con documento de identificación N° 1750222638, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción de Proyecto Técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 25 de febrero de 2025

Atentamente,



Ing. Rafael Manuel Jaya Duche, MSc.

1710631035

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres, por su amor incondicional y por ser el ejemplo que guía mi vida. A mi padre, por su fortaleza y por enseñarme a no rendirme ante los desafíos. A mi madre, mujer ejemplar, fuente de inspiración y fortaleza. Su confianza en mí ha sido el impulso para superar cualquier obstáculo. A mi hermana, por su amistad sincera, su complicidad y su apoyo incondicional en cada paso que doy. Este logro es también suyo.

(Andrés Sebastian Chiriboga Salazar)

Dedico este trabajo con todo mi corazón a mis padres, María Augusta y Jairo Collaguazo por ser mis pilares fundamentales todo este tiempo, por apoyarme en cada una de las decisiones que he tomado. También, dedico también a mis hermanos, por siempre brindarme su ayuda y guía en momentos que necesitaba. A Meli, por levantarme en momentos difíciles y darme ánimos cuando los necesitaba. Finalmente, a todos los seres queridos que me inspiraron a seguir adelante. Esta tesis es un reflejo de su confianza y el apoyo en mí y su constante apoyo.

(Jorge Mateo Paccha Garzón)

AGRADECIMIENTO

Este proyecto no sería una realidad sin el apoyo incondicional de mi familia.

Agradezco profundamente a mis padres, pilares fundamentales en mi vida. A mi padre, por su sabiduría, su constante motivación y por enseñarme la importancia del esfuerzo y la perseverancia. A mi madre, en especial, por la confianza depositada en mí, por creer en mis capacidades y alentarme a perseguir mis sueños, incluso cuando el camino se tornaba difícil. A mi hermana, mi compañera de aventuras, por su apoyo inquebrantable, por estar siempre a mi lado, celebrando mis logros y brindándome su aliento en los momentos difíciles. Su presencia ha sido mi motor y mi inspiración.

(Andrés Sebastian Chiriboga Salazar)

Primero yo quiero dar gracias a Dios por permitirme alcanzar una meta más. A mi familia por siempre confiar en mis aptitudes y mis conocimientos. A mis ingenieros y tutores por darme la guía y el entendimiento que fueron cruciales para mi desarrollo Universitario.

También quiero expresar mi gratitud a cada persona que me brindo su apoyo y consejo. A todos ustedes les doy mis más sinceros agradecimientos por ayudarme a culminar una de mis metas importantes.

(Jorge Mateo Paccha Garzón)

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CAPÍTULO I	1
ANTECEDENTES Y GENERALIDADES	1
1.1 Introducción	1
1.2. Problema de estudio.....	2
1.2.1. Antecedentes	2
1.2.2. Importancia	2
1.2.3. Delimitación.....	3
1.3. Justificación	4
1.4. Objetivos	4
1.4.1. Objetivo general.....	4
1.4.2. Objetivos específicos	5
1.5. Alcance.....	5
CAPÍTULO II.....	6
MARCO TEÓRICO.....	6
2.1. Historia de los Smart Home	6
2.1.1. Smart Home.....	7
2.1.2. Componentes de un Smart Home	7
2.2. Implementación en Quito y Valles.....	9
2.2.1. Capacidad económica	10

2.2.2. Requerimientos mínimos para un Smart Home en Quito y Valles	11
2.3. La auto sustentabilidad	13
2.4. Sensores.....	14
2.4.1. Tipos de sensores en Smart Home	15
2.5. Actuadores	16
2.6. Tecnologías de comunicación más utilizadas en Smart Home.....	16
2.7. Plataformas de domótica y sistemas de seguridad doméstica.	18
2.8. Ventajas y desventajas de implementar sistemas en hogares inteligentes	19
2.9. Código abierto en la domótica	20
2.9.1. Ventajas del código abierto	20
2.9.2. Desventajas de código abierto	20
2.9.3. Plataformas de código abierto	21
2.10. Beneficios del monitoreo en el hogar	21
2.10.1. Desafíos de la implementación de sistemas de control inteligentes.....	22
2.11. Teoría de la difusión de innovaciones.....	23
2.11.1. Teoría de la difusión de innovaciones.....	23
CAPÍTULO III	24
METODOLOGÍA.....	24
3.1. Análisis de Hardware y Software	24
3.1.1 Análisis y desarrollo del hardware	24
3.2. Diseño y desarrollo del prototipo (software)	33

Diseño de placa PCB.....	35
Configuración de la plataforma Blynk.....	40
3.2.2. Estructura general del código	41
3.2.3. Conexión a Blynk	41
3.2.4. Estructura general del código:	42
3.2.5. Desarrollo del código de Arduino:.....	42
3.2.6. Control de luces.....	42
3.2.7. Control de ventiladores	43
3.2.8 Control de servo motores	44
3.2.9. Lectura de sensores.....	45
3.2.10. Control del buzzer.....	45
CAPÍTULO IV.....	46
PRUEBAS Y RESULTADOS.....	46
4.1. Diseño del Prototipo.....	46
4.1.1. Pruebas de plataforma en tiempo real	46
4.2. Análisis de resultados	51
CONCLUSIONES	54
RECOMENDACIONES	55
Referencias Bibliográficas.....	56
ANEXOS	59

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Comparación de placas.....</i>	25
Tabla 3. <i>Comparación de sensores de gases</i>	26
Tabla 4. <i>Comparación de sensores de LDR</i>	26
Tabla 5. <i>Comparación de servo motores.....</i>	27
Tabla 6. <i>Comparación de sensores infrarrojos</i>	27

ÍNDICE DE FIGURA

Figura 1. <i>Diagrama de bloques</i>	28
Figura 2. Placa ESP32	29
Figura 3. Placa PCB.....	29
Figura 4. Sensor de luz con LDR	30
Figura 5. Sensor de sonido	30
Figura 6. Micro servomotor.....	31
Figura 7. Sensor de temperatura DHT11.....	31
Figura 8. Sensor de gas.....	32
Figura 9. Buzzer	32
Figura 10. Sensor infrarrojo.....	33
Figura 11. <i>Prototipo</i>	34
Figura 12. <i>Diseño Electrónico</i>	34
Figura 13. <i>Diseño Placa PCB</i>	35
Figura 14. Dashboard Ubidots.....	36
Figura 15. Dashboard Temboo	37
Figura 16. Dashboard Thinger.IO	38
Figura 17. Diseño personalizable del Dashboard	40
Figura 18. Vista del control móvil en Blynk IoT.....	41
Figura 19. <i>Conexión a Blynk</i>	42
Figura 20. <i>Control de luces</i>	43

Figura 21. Control de ventiladores	43
Figura 22. Control de servo motores.....	44
Figura 23. Lectura de sensores.....	45
Figura 24. Control del Buzzer	45
Figura 25. Prueba de conexión y envío de datos.....	46
Figura 26. Análisis de datos del monitor serial.....	47
Figura 27. Análisis value1 (sensor de gas MQ-2)	48
Figura 28. Análisis de la imagen del monitor serial (Segunda instancia).....	49
Figura 29. Análisis value1(sensor de gas MQ-2) segunda instancia	50
Figura 30. Análisis de la imagen del monitor serial (tercera instancia).....	51

RESUMEN

El documento describe el diseño arquitectónico y el plan de ejecución de un prototipo de casa inteligente con cableado mínimo, distribución digital, presupuesto e impacto ambiental, esto permite que el principal objetivo del proyecto sea abordar los obstáculos en la implementación de un Smart Home en Quito y el Valle, como si se tratara de crear un nuevo paisaje urbano; los desafíos incluyen una alta inversión inicial, un conocimiento previo y una tecnología compleja, que obstaculizan su adopción. La investigación conforma un método variado, utiliza una investigación a fondo para recopilar datos tanto cuantitativos como descriptivos con el fin de entender las necesidades de la comunidad, mostrando sus preferencias, necesidades y obstáculos para utilizar tecnología inteligente dentro de sus hogares; en cuanto al desarrollo viene con automatización de iluminación, ahorro energético y futuras mejoras en la seguridad. Los hallazgos respaldan la idea de construir un sistema de automatización del hogar sostenible y comprensible que pueda adaptarse a las preferencias y limitaciones de las comunidades locales lo que muestra la necesidad de abordar desafíos como la técnica inadecuada y la implementación que es lo más caro, estos factores pueden mostrar el resultado como una adopción e incorporación más general acerca de los avances de domótica en la vida cotidiana.

Palabras clave: domótica, automatización, código abierto, conservación de energía, sostenibilidad.

ABSTRACT

The document describes the architectural design and execution plan of a smart home prototype with minimal wiring, digital distribution, budget and environmental impact, this allows the main objective of the project to address the obstacles in the implementation of a Smart Home in Quito and the Valley, as if it were about creating a new urban landscape; Challenges include high initial investment, prior knowledge, and complex technology, which hinder adoption. The research forms a varied method, using in-depth research to collect both quantitative and descriptive data to understand the needs of the community, showing their preferences, needs and obstacles to using smart technology within their homes; As for the development, it comes with lighting automation, energy savings and future improvements in security. The findings support the idea of building a sustainable and understandable home automation system that can adapt to the preferences and limitations of local communities which shows the need to address challenges such as inadequate technique and implementation that is the most expensive, these factors can show the result as a more general adoption and incorporation of home automation advances in everyday life.

Keywords: home automation, automation, open source, energy conservation, sustainability.

CAPÍTULO I

ANTECEDENTES Y GENERALIDADES

1.1 Introducción

Imaginas controlar la iluminación de tu casa, la temperatura e incluso puertas desde tu celular mientras subes al teleférico de Quito. Esta visión, que hasta hace poco parecía futurista, se está convirtiendo hoy en una realidad gracias al uso de la domótica. La domótica, permite integrar dispositivos y sistemas en una red inteligente, brinda control, eficiencia y comodidad a los usuarios.

“En Latinoamérica, el interés por la domótica está en auge. Cada vez más personas buscan integrar dispositivos inteligentes en sus hogares para mejorar su calidad de vida. Sin embargo, en Ecuador, la adopción de estas tecnologías aún es nuevo. Según el estudio de Équia, menos del 8% de los hogares en Quito cuentan con algún tipo de sistema domótico.” (Équia, 2024)

Quito, con su ubicación geográfica en la región andina, presenta características que hacen especialmente relevante la implementación de Smart Homes. La alta radiación solar ofrece un gran potencial para el uso de energía fotovoltaica, mientras que la variación de temperatura a lo largo del día hace que la climatización inteligente sea crucial para su comodidad y el consumo de energía. Además, la creciente preocupación por la seguridad ciudadana impulsa la demanda de sistemas de vigilancia y control de acceso.

A pesar del potencial, la implementación de la domótica en Quito enfrenta desafíos. El costo de los equipos, la carencia de sentido para su beneficio y la complejidad de la instalación son algunas de las barreras que limitan su adopción. Es aquí donde el código abierto juega un papel fundamental. Las plataformas de código abierto, como Home Assistant, OpenHAB, Domoticz, Blynk y Thinger Io ofrecen una alternativa accesible y flexible para la automatización del hogar, permitiendo a los usuarios personalizar sus sistemas y reducir costos.

Este capítulo presenta los antecedentes y las generalidades de la investigación. En primer lugar, se profundizará en el difícil problema con la aceptación de la domótica en Quito y Valles. A continuación, se justificará la importancia del estudio y se definirán sus objetivos y alcance. Finalmente, se describirán las tecnologías de código que se utilizarán en el crecimiento del prototipo de Smart Home.

1.2. Problema de estudio

1.2.1. Antecedentes

En Quito, Ecuador, la adopción de tecnologías de automatización doméstica sigue siendo baja debido a factores como el desconocimiento, la percepción de complejidad y la desconfianza en la seguridad que mantienen los usuarios. Aunque estas tecnologías ofrecen beneficios como el ahorro energético, mayor seguridad y comodidad, la mayoría de los usuarios desconocen sus funcionalidades básicas y que es lo que ofrecen, lo que genera desconfianza en su adopción. La programación de rutinas automatizadas y la integración de sensores de seguridad son desconocidos para gran parte de la población, dificultando su aceptación.

1.2.2. Importancia

Esta investigación busca abordar la baja adopción de la domótica en Quito mediante el diseño de un método de control fácil, sostenible y ajustado al impulso del usuario, utilizando

tecnologías de código abierto, incluyendo la plataforma Blynk. El acelerado estudio tiene varios parámetros como:

- Importancia teórica, el estudio contribuirá a la comprensión de la domótica en la variedad de países que siguen mejorando, donde las necesidades y los desafíos son diferentes a los de países desarrollados. Además, aportará al conocimiento sobre la aplicación del código abierto en la automatización del hogar y su impacto en la accesibilidad de la tecnología.
- Importancia metodológica, el desarrollo de un prototipo de Smart Home con código abierto, utilizando Blynk como herramienta principal, permitirá explorar nuevas metodologías de diseño e implementación de sistemas domóticos, adaptadas a las necesidades y recursos del contexto local.
- Importancia práctica, los resultados de esta investigación tendrán un efecto beneficioso para el mejoramiento de las personas en Quito y Valles. El prototipo de Smart Home ofrecerá una solución accesible para la automatización del hogar, promoviendo su comodidad, su seguridad, la reducción de gastos energéticos y la sostenibilidad. Además, el conocimiento generado podrá ser utilizado por empresas, instituciones educativas y otros actores del sector para impulsar el desarrollo de la domótica en la región.

1.2.3. Delimitación

En el ámbito de estudio de esta investigación se delimita a las parroquias urbanas Iñaquito, Cumbayá y Tumbaco, y a las parroquias rurales Conocoto y Sangolquí en el Valle de los Chillos. Estas parroquias se caracterizan por un nivel socioeconómico medio-alto y una creciente demanda de viviendas con tecnología, lo que las convierte en un contexto adecuado para la implementación y desarrollo de Smart Homes.

1.3. Justificación

La baja adopción de la domótica en Quito limita el acceso a beneficios significativos para la clase de vida de los usuarios. La eficiencia energética, la mayor seguridad, la comodidad y la accesibilidad que ofrecen los Smart Homes son muy importantes para su seguimiento sostenible de la ciudad.

Este estudio se justifica por la necesidad de:

- Universalizar el acceso a la tecnología, al momento de utilizar los códigos abiertos, como Blynk, permite reducir los costos y la dependencia de plataformas comerciales, haciendo la domótica más accesible para la población de Quito.
- Adaptar las soluciones al contexto local, el prototipo de Smart Home se diseñará considerando las necesidades y los recursos.
- Promover la innovación, esta investigación impulsará el mejoramiento con las innovaciones en el Ecuador, explorando nuevas soluciones tecnológicas y modelos de desarrollo futuros.
- Generar conocimiento, los resultados de este estudio aportarán valiosa información sobre la implementación de Smart Homes en países en desarrollo, que podrá ser utilizada por otros investigadores, empresas e instituciones.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Proyectar e implementar un prototipo de sistema de control domótico inteligente utilizando tecnologías de código abierto, incluyendo el uso de plataformas, para llenar las necesidades y comodidades de los usuarios en Quito y Valles.

1.4.2. Objetivos específicos

- Diseñar un prototipo de Smart Home con requerimientos mínimos de hardware, software y costo, que sea un mejoramiento y bienestar para el usuario.
- Implementar el prototipo de Smart Home en un entorno simulado y evaluar su funcionalidad y eficiencia.
- Analizar ventajas y desventajas de implementar sistemas de seguridad en hogares inteligentes.
- Comparar diferentes plataformas de domótica disponibles en el mercado en términos de funcionalidad y usabilidad.

1.5. Alcance

Esta investigación tiene un alcance aplicado, ya que busca no solo comprender la percepción de los usuarios sobre la domótica, sino también desarrollar una solución concreta que responda a sus necesidades y supere las barreras existentes. El prototipo de Smart Home, controlado mediante la plataforma Blynk, se diseñará e implementará en un entorno simulado, y se elaborará una guía para su instalación y configuración. Los resultados de esta investigación podrán ser utilizados para promover la adopción de la domótica en Quito y Valles, y como soporte para las investigaciones en el ámbito del hogar incluyendo código abierto.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Historia de los Smart Home

"Smart Home" se da en la década de 1960 con la exploración basada en la automatización para el hogar. Aunque la tecnología era muy limitada, las bases para lo que hoy conocemos como casas inteligentes. Un hito importante en esta época fue el desarrollo de ECHO IV (1966), considerado uno de los primeros sistemas domóticos. ECHO IV, a pesar de su rudimentaria tecnología, permitía controlar diferentes electrodomésticos, la temperatura e incluso responder a comandos de voz, demostrando el potencial de la automatización en el hogar. La expansión del internet y los dispositivos inteligentes interconectados por redes inalámbricas revolucionó todo el concepto de Smart Home. A partir de este momento, empresas como Google, Amazon y Apple, con sus plataformas Google Home, Amazon Alexa y Apple Home kit, lideran el mercado de soluciones automatizadas para el hogar. “En el futuro, la automatización del hogar va a ser más accesible que nunca, va a contar con una extensión de dispositivos y plataformas disponibles para el consumidor. Sin embargo, van a existir desafíos como la brecha digital, la falta de conocimiento y los costos que impidieron que todo el público pueda acceder a estos sistemas”. (Harper, 2003).

En la actualidad, donde es posible múltiples avances tecnológicos y la automatización ha llegado a un nivel más integrado la automatización en el hogar es un término más accesible para el consumidor. Ya que existen brechas que pueden ser de impedimento para que todo el público pueda acceder a estos sistemas.

2.1.1. Smart Home

El Smart home se ha convertido en una creciente respuesta a la implementación en la tecnología en el día a día de las personas a nivel mundial por sus variados beneficios de automatización, seguridad y comodidad. En el contexto de Quito y Valles, esta tecnología debe adaptarse a varios factores como; las particularidades geográficas, climáticas y requisitos económicos de los habitantes.

Según Perwej un Smart Home no es más que “una residencia equipada con dispositivos interconectados por una red que otorga su control y monitoreo remoto para optimizar el consumo de energía, mejorar la seguridad y confort de los habitantes” (Perwej, 2016). Es decir, es un hogar que cuenta con tecnologías de automatización que proporcionan una gestión eficiente de recursos domésticos.

2.1.2. Componentes de un Smart Home

- Hardware, son todos los componentes físicos de un dispositivo tecnológico, según Szimanski (1995) “es todo el equipo físico que hace arrancar un sistema de información”. Es decir, es todo lo que visualmente y mediante el tacto puede ser percibido dentro de una computadora. Por ejemplo, las partes de esta como el monitor, pantalla, teclado, entre otros.
- Controladores y Soc, Arduino, Raspberry Pi: Es lo principal del sistema, que procesa la información y controla los demás dispositivos. Entre los más utilizados se encuentran:
 - Arduino: Plataforma de hardware libre, fácil para proyectos de pequeña escala. Se puede programar con lenguaje C++, lo que permite una gran flexibilidad en el desarrollo de proyectos.

- ESP32 usando WiFi y Bluetooth integrado, específico para proyectos usando IOT (Internet of Things). Ofrece un buen balance entre costo y prestaciones, y se puede programar con diferentes lenguajes, como C++ y MicroPython.
- Sensores: De movimiento, temperatura, humedad, luz.
- Actuadores: Interruptores inteligentes, cerraduras electrónicas.
- Cámaras de Seguridad: Para vigilancia remota.
- Dispositivos de Conectividad: Routers Wi-Fi.

Software

Según Pressman “es el producto que construyen los programadores profesionales y al que después le dan un mantenimiento durante un largo tiempo” (Pressman, 2010). Es decir, son todos los programas creados para operar el sistema lógico que ayuda a realizar tareas específicas y que necesita un mantenimiento continuo para operar con normalidad.

En el Smart Home viene a ser:

- Sistemas de Gestión: Home Assistant, OpenHAB, Domoticz.
- Aplicaciones Móviles: Para el control remoto.
- Protocolos para Comunicación: Wi-Fi, Bluetooth.
- Plataformas de Nube: Para almacenamiento y procesamiento de datos

Otros componentes

Las interfaces del usuario como pantallas táctiles, asistentes de voz; Y los sistemas de energía dependiendo el caso con paneles solares o baterías de respaldo.

2.2. Implementación en Quito y Valles

Altitud y temperatura en Quito y sus valles se encuentran a una altitud considerable (2850 msnm), lo que implica temperaturas más bajas, especialmente durante la noche, con una temperatura promedio anual de 13.5°C. Es importante considerar sistemas de calefacción eficientes que permitan mantener una temperatura confortable en el hogar, como calefactores eléctricos, sistemas de calefacción central o bombas de calor. La eficiencia energética es importante para reducir costos y el consumo. Se deben considerar sistemas de aislamiento térmico para reducir las pérdidas de calor y optimizar el uso de la calefacción.

Insolación solar, la región andina de Ecuador, incluyendo Quito y sus valles, posee una radiación solar alta, con un promedio de 4.5 kWh/m² por día. Esto la hace ideal para el aprovechamiento con energía fotovoltaica. La instalación de paneles solares puede contribuir significativamente a la auto sustentabilidad del hogar. Es importante considerar la topografía de los paneles para maximizar la captación de energía solar.

Infraestructura de telecomunicaciones en la implementación de un Smart Home requiere una infraestructura de telecomunicaciones robusta que garantice la conectividad entre los dispositivos. Hay que destacar que se debe tener una conexión a internet con banda ancha estable y con una buena cobertura Wi-Fi en toda la casa. En zonas con limitaciones de conectividad, se pueden considerar alternativas como la tecnología PLC (Power Line Communication), es usada para transmitir datos mediante una red eléctrica. También se debe tener en consideración cada seguridad de la red, utilizando contraseñas seguras y protocolos de encriptación.

2.2.1. Capacidad económica

Cantones y Parroquias

El presente trabajo de titulación se realizará en el Valle de los Chillos conformado por las parroquias de dos cantones:

- Cantón Quito (Parte del valle de los chillos): Alangasí, Guangopolo, Amaguaña, Conocoto, Pintag, La Merced
- Cantón Rumiñahui (Corazón del valle de los chillos): Sangolquí, Armenia, San Pedro de Taboada, Rumipamba y El triángulo.

Y en el Cantón Quito (Distrito Metropolitano de Quito) el cual consiste en las siguientes parroquias:

- Parroquias urbanas, (Belisario Quevedo, Carcelén, Centro Histórico, Chilibulo, Chillogallo, Chimbacalle, Cochapamba, Comité del Pueblo, Concepción, Cotocollao, El Condado, El Inca, Guamaní, Ñaquito, Itchimbía, Jipijapa, Kennedy, La Argelia, La Ecuatoriana, La Ferroviaria, La Libertad, La Mena, Magdalena, Mariscal Sucre, Ponceano, Puengasí, Quitumbe, Rumipamba, San Bartolo, San Juan, Solanda, Turubamba) (DMQ, 2017).

Para determinar cuáles parroquias tienen más capacidad económica para implementar un Smart home, podemos considerar varios factores, como el nivel de ingresos, el desarrollo urbano, la infraestructura existente y la demanda de tecnologías avanzadas. Las parroquias con mayor capacidad económica para implementarlo son:

- Conocoto y Sangolquí en el Valle de los Chillos, debido a su desarrollo urbano y la presencia de familias con clase media y alta.

- Iñaquito, Cumbayá y Tumbaco dentro del Distrito Metropolitano de Quito, por su alto nivel de desarrollo, infraestructura avanzada y la presencia de residencias de lujo.

Sin embargo, el prototipo estará abierto a implementación en cualquier parroquia de Valle de los chillos y Quito. Ya que, hay varios factores que intervenir. Pero su promoción más activa debería ser en estas parroquias por su capacidad económica. Enfocándose en el contexto ecuatoriano, adoptar las diversas tecnologías deben ajustarse en costos.

2.2.2. Requerimientos mínimos para un Smart Home en Quito y Valles

Hardware:

- Sensores de Movimiento y Presencia, son esenciales para la automatización de la iluminación, seguridad y control de climatización. Se pueden utilizar para encender luces al detectar movimiento, activar alarmas de seguridad o ajustar la temperatura en función del ambiente necesario. Se recomienda utilizar sensores de movimiento con un amplio rango de detección y una buena sensibilidad. (Risteska Stojkoska & Trivodaliev, 2017).

- Sensores de humedad y temperatura, permite monitorear condiciones ambientales y optimizar el control en la climatización. Se pueden utilizar para regular la calefacción, el aire acondicionado o la ventilación, asegurando el confort. Se recomienda utilizar sensores tanto como de temperatura y sensores de humedad con una buena exactitud y un rango de medición adecuado a las condiciones climáticas de la región.

- Actuadores son necesarios para controlar los diferentes dispositivos del hogar, como luces, electrodomésticos, persianas, etc. Se pueden utilizar interruptores inteligentes, relés, motores y válvulas para automatizar las tareas y mejorar la

comodidad. Es importante elegir actuadores que sean compatibles para dispositivos que se van a controlar con el sistema de domótica.

- Controladores Centrales como una Raspberry Pi o un Arduino, es necesario para integrar y gestionar los diferentes componentes del sistema. El controlador central se define como la parte central del sistema domótico. Es importante elegir un controlador central con la capacidad de procesamiento y desarrollo sean suficientes para manejar el número de dispositivos y las funcionalidades del sistema.

Software:

- Plataformas de Automatización Doméstica, como Home Assistant, OpenHAB o Domoticz, permite integrar los diferentes dispositivos y controlarlos desde una interfaz centralizada. Estas plataformas ofrecen funcionalidades como la creación de rutinas, la programación de acciones y el monitoreo del sistema. Es importante elegir una plataforma que sea compatible con los dispositivos y protocolos de comunicación utilizados en el sistema.

- Aplicaciones Móviles, ayuda mejorar el sistema de conexión a internet. Ofrecen una interfaz intuitiva para gestionar los dispositivos, monitorear el sistema y recibir notificaciones. Es importante elegir una aplicación móvil que sea compatible con la plataforma de automatización y que ofrezca las funcionalidades deseadas.

- Sistemas de Gestión Energética, para optimizar el consumo energético, se pueden utilizar sistemas de gestión energética que permitan monitorear el consumo de los diferentes dispositivos, programar el encendido y apagado automático, y aprovechar al máximo las fuentes de energía renovable. Estos sistemas pueden integrarse con la plataforma de automatización para un control centralizado. (Gungor, 2010).

- Inversión Inicial en Hardware, el costo inicial con un buen mejoramiento al Smart home puede variar en función de los dispositivos y las tecnologías elegidas. Es importante realizar un análisis de las necesidades y el presupuesto disponible para elegir los componentes más adecuados. Se pueden encontrar diferentes opciones en el mercado, desde dispositivos de bajo costo hasta dispositivos de alta gama con funcionalidades avanzadas.

- Costos de Software, las plataformas de automatización de código abierto, como Home Assistant, OpenHAB y Domoticz, son gratuitas, lo que reduce los costos de software. Sin embargo, algunas plataformas comerciales pueden requerir la compra de licencias o suscripciones. Es importante evaluar las funcionalidades y el costo de las diferentes plataformas para elegir la más adecuada.

- Mantenimiento y Actualización, es significativo examinar los pagos de mantenimiento y actualización del sistema. Esto puede incluir la actualización del software, la reparación o reemplazo de dispositivos, y la contratación de servicios de soporte técnico. Es recomendable elegir dispositivos y plataformas con una buena reputación de fiabilidad y soporte técnico.

2.3. La auto sustentabilidad

La auto sustentabilidad en un Smart Home implica reducir la dependencia de recursos externos, como la energía eléctrica de la red, y lograr minimizar el impacto ambiental. Se pueden implementar diferentes estrategias:

Energía Renovable, los paneles solares permiten mejorar la energía solar, que es un requisito bueno para el Ecuador para alimentar los dispositivos del hogar. Además, se pueden utilizar sistemas para mejorar el almacenamiento, como baterías de litio, para asegurar el suministro eléctrico en caso de un corte de energía o durante la noche. Es importante

dimensionar correctamente el sistema de paneles solares y baterías para cubrir las necesidades energéticas del hogar.

Eficiencia Energética, es clave para la auto sustentabilidad. Se pueden utilizar sistemas de gestión energética que permitan monitorear el consumo de los diferentes dispositivos, programar el encendido y apagado automático, y optimizar el uso de la energía. Además, se pueden utilizar electrodomésticos eficientes con certificación Energy Star, sistemas de iluminación LED y estrategias de control de la climatización para reducir el consumo energético. Se pueden dar el sistema de climatización que aprendan las preferencias del usuario y ajusten la temperatura de forma automática. (Alahmad et al., 2012).

Gestión de Recursos, se pueden utilizar sistemas por ejemplo de riego inteligentes, que permitan optimizar el consumo de agua en el jardín, utilizando sensores de humedad del suelo para regar solo cuando sea necesario. También se pueden implementar sistemas de gestión de residuos, que faciliten la separación y el reciclaje, utilizando contenedores inteligentes que monitoreen el nivel de llenado y notifiquen al usuario cuando sea necesario vaciarlos. (Zhang et al., 2016).

2.4. Sensores

Según Castillo “los sensores son dispositivos desarrollados para detectar información externa ya sea física (como la temperatura, presión y movimiento) o química (concentración de gases o pH) adoptando la información en una señal digital o electrónica que pueda ser procesada por un sistema de control” (Castillo, 2020). Cuenta el papel como la herramienta más fundamental en cuanto a los sistemas de hogares inteligentes al permitir la interacción y automatización del entorno, en este caso doméstico.

2.4.1. Tipos de sensores en Smart Home

Movimiento y presencia, estos sensores detectan el movimiento de personas u objetos, o la presencia de personas en un área determinada. Se utilizan para automatizar la iluminación, activar alarmas de seguridad o controlar la climatización. Por ejemplo, se pueden utilizar para encender las luces al detectar movimiento en una habitación, o para ajustar la temperatura en función de la presencia de personas. (Rayzeek, 2024).

Sensores de movimiento por infrarrojos (PIR), detectan el movimiento mediante la variación de la radiación emitida por los objetos. Son de bajo costo y fáciles de implementar, pero pueden verse afectados por la luz solar directa y cambios bruscos de temperatura.

Sensores de presencia ultrasónicos, ofrecen un mayor rango de detección y precisión que los sensores PIR, pero pueden verse afectados por objetos en movimiento y superficies reflectantes.

Temperatura y humedad, estos sensores miden la temperatura y la humedad relativa del aire. Son esenciales para regular el clima interior y optimizar el uso de energía. Se utilizan en sistemas de climatización para ajustar la calefacción, la refrigeración o la ventilación, asegurando el confort y la eficiencia energética. (Solutions, 2024).

DHT11, es un sensor de temperatura y de humedad, de bajo costo y fácil de usar. Ofrece una precisión aceptable para aplicaciones domésticas.

DHT22, sensor digital de temperatura y humedad, con mayor precisión y rango de medición que el DHT11. Es más robusto y adecuado para ambientes exteriores.

BMP280 es un sensor de temperatura, de humedad y altitud. Se puede utilizar para obtener información adicional sobre las condiciones ambientales.

Seguridad, los sensores de seguridad son esenciales para proteger el hogar y a sus ocupantes. Se pueden utilizar para detectar intrusos, prevenir incendios o fugas de gas, y monitorear el estado del hogar. (Alfredsmart, 2024).

Sensores de movimiento, se pueden utilizar para detectar movimiento en áreas sensibles, como puertas o ventanas. Al combinarlos con un sistema de alarma, se puede generar una alerta en caso de intrusión.

Sensores de humo, detectan la presencia de humo y activan una alarma en caso de incendio. Es importante instalar sensores de humo en todas las habitaciones y pasillos del hogar.

Sensores de gas en la cual puede verificar gases peligrosos, como gas natural o monóxido de carbono. Son esenciales para prevenir fugas y accidentes.

2.5. Actuadores

Es un dispositivo en la cual ayuda con parámetros y acciones físicos para responder en base a controles. Estos ejecutan las órdenes del sistema domótico, y se encargan de convertir las señales eléctricas en acciones mecánicas. (Alfredsmart, 2024).

Interruptores inteligentes

Permiten controlar la iluminación, electrodomésticos y sistemas eléctricos de forma remota o mediante programación. Se pueden controlar mediante una aplicación móvil, un asistente de voz o un interruptor físico. (Silvia, 2024).

Termostatos inteligentes

Controlan la temperatura del hogar, permitiendo la programación y el control remoto de la calefacción y la refrigeración. Se pueden configurar básicamente con la temperatura dependiendo los horarios, las condiciones climáticas. (Netatmo, s. f.).

2.6. Tecnologías de comunicación más utilizadas en Smart Home.

Wi-Fi (IEEE 802.11). Es la tecnología inalámbrica más utilizada en los hogares. Ofrece una alta velocidad de transmisión de datos y un buen alcance, lo que la hace ideal para la transmisión de video, audio y grandes volúmenes de datos. Sin embargo, su consumo de energía

es relativamente alto, lo que puede ser un problema para dispositivos que funcionan con baterías.

Estándares, 802.11a/b/g/n/ac/ax, con velocidades de datos que van desde 11 Mbps hasta varios Gbps.

Frecuencias. 2.4 GHz, 5 GHz.

Ventajas. Alta velocidad, amplio rango de dispositivos compatibles, fácil configuración.

Desventajas. Mayor consumo de energía puede verse afectado por interferencias.

Bluetooth, tecnología inalámbrica de corto alcance, con bajo consumo de energía, ideal para conectar dispositivos móviles y wearables. Se utiliza para la comunicación entre dispositivos cercanos, como smartphones, tablets, altavoces, auriculares, etc.

Estándares. Bluetooth Classic, Bluetooth Low Energy (BLE).

Frecuencia. 2.4 GHz.

Ventajas. Bajo consumo de energía, fácil emparejamiento de dispositivos, amplio rango de dispositivos compatibles.

Desventajas. Corto alcance, menor velocidad de datos que Wi-Fi.

Zigbee, tecnología inalámbrica de bajo consumo, diseñada en redes como una personalización personal (PAN), ideal para domótica. Permite la creación de redes de malla, lo que aumenta la cobertura y la fiabilidad. Se utiliza para conectar dispositivos como sensores, interruptores, bombillas, termostatos, etc.

Estándares. Zigbee 3.0.

Frecuencias. 2.4 GHz, 868 MHz, 915 MHz.

Ventajas. Bajo consumo de energía, redes de malla, alta fiabilidad.

Desventajas. Menor velocidad de datos que Wi-Fi, requiere un hub Zigbee.

Z-Wave, tecnología inalámbrica de bajo consumo, específica para domótica. Ofrece un buen alcance y una alta fiabilidad. Utiliza una comunicación segura y robusta. Se utiliza para conectar dispositivos como cerraduras, sensores, interruptores, etc.

Frecuencias. 868 MHz, 908 MHz (dependiendo de la región).

Ventajas. Bajo consumo de energía, alta fiabilidad, comunicación segura.

Desventajas. Requiere un hub Z-Wave, menor compatibilidad de dispositivos que Wi-Fi o Zigbee.

2.7. Plataformas de domótica y sistemas de seguridad doméstica.

- Google Home, plataforma de domótica de Google, que permite controlar dispositivos inteligentes del hogar mediante la voz, una aplicación móvil o una pantalla inteligente. Se integra con una amplia gama de dispositivos y servicios, como luces, electrodomésticos, termostatos, cámaras de seguridad, etc. Ofrece funciones como el control por voz, la creación de rutinas y la integración con Google Assistant.

- Amazon Alexa, plataforma de domótica de Amazon, similar a Google Home, que permite controlar dispositivos inteligentes mediante la voz, una aplicación móvil o un altavoz inteligente Amazon Echo. Se integra con una gran variedad de dispositivos y servicios, y ofrece funciones como el control por voz, la creación de rutinas y la integración con servicios de Amazon, como Amazon Music y Amazon Prime Video.

- Apple Homekit, plataforma de domótica de Apple, que permite controlar dispositivos inteligentes del hogar mediante la voz, una aplicación móvil o un dispositivo Apple, como un iPhone, iPad o Apple TV. Se integra con dispositivos

compatibles con HomeKit, y ofrece funciones como el control por voz, la creación de escenas y la automatización del hogar.

2.8. Ventajas y desventajas de implementar sistemas en hogares inteligentes.

Ventajas.

- Mayor seguridad, los sistemas de seguridad inteligentes, como cámaras de vigilancia, sensores de movimiento y cerraduras inteligentes, permiten proteger el hogar y a sus ocupantes de forma más efectiva.
- Ahorro de energía, la automatización de la iluminación, la climatización y otros sistemas del hogar permite optimizar el consumo de energía y reducir los costos.
- Control remoto, los dispositivos inteligentes se pueden controlar de forma remota mediante una aplicación móvil o un asistente de voz, lo que permite gestionar el hogar desde cualquier lugar con conexión a internet.
- Comodidad, la automatización del hogar permite simplificar las tareas cotidianas, como encender o apagar luces, ajustar la temperatura o controlar los electrodomésticos.
- Personalización de los sistemas domóticos se pueden personalizar para que el usuario tenga buenas necesidades.

Desventajas.

- Costos iniciales para la implementación de un Smart Home puede ser significativa, especialmente si se desea integrar una gran cantidad de dispositivos.
- Posibles vulnerabilidades en los sistemas domóticos pueden ser vulnerables a ciberataques si no se implementan las medidas de seguridad adecuadas.

- Dependencia de internet. La mayoría de los sistemas domóticos requieren una conexión a internet para su funcionamiento, lo que puede ser un problema en zonas con limitaciones de conectividad.
- Complejidad. La configuración e integración de los diferentes dispositivos puede ser compleja para algunos usuarios, requiriendo conocimientos técnicos.

2.9. Código abierto en la domótica

En la domótica, el código abierto ofrece una alternativa flexible, personalizable y de bajo costo a las plataformas comerciales.

2.9.1. Ventajas del código abierto

- Flexibilidad dentro de las plataformas de código abierto permiten dar una buena personalización al usuario.
- Interoperabilidad en plataformas de código abierto suelen ser compatibles con una amplia gama de dispositivos y protocolos de comunicación, lo que facilita la integración de diferentes marcas y tecnologías.
- La Comunidad tiene una variedad enorme a nivel mundial con códigos abiertos para los desarrolladores y los usuarios.
- El costo de las plataformas de código abierto la mayoría son gratuitos.

2.9.2. Desventajas de código abierto

- La configuración e implementación de plataformas de código abierto puede requerir conocimientos técnicos.
- El soporte técnico puede ser limitado, ya que no hay una empresa responsable del desarrollo del software.

- Las plataformas de código abierto pueden ser vulnerables a ciberataques si no se configuran correctamente.

2.9.3. Plataformas de código abierto

- Home Assistant ofrece una extensa gama de integraciones con dispositivos y servicios, y se puede instalar en diferentes plataformas, como Raspberry Pi, ordenadores y máquinas virtuales.
- OpenHAB la plataforma de código abierto con una arquitectura modular y un enfoque en la interoperabilidad. Soporta una gran variedad de protocolos y dispositivos.
- Domoticz es una plataforma de código abierto ligera y eficiente, ideal para sistemas con recursos limitados. Se puede instalar en diferentes sistemas operativos.

2.10. Beneficios del monitoreo en el hogar

- Eficiencia energética: El monitoreo del hogar permite a no gastar la energía, los costos y también su impacto tanto como laboral y ambiental. Se pueden programar luces, electrodomésticos y sistemas de climatización para que funcionen solo cuando sea necesario.
- Seguridad: Se pueden ayudar con las cámaras de vigilancia y alarmas para disuadir a los intrusos y alertar a las autoridades en caso de emergencia.
- Comodidad: La automatización del hogar permite simplificar las tareas cotidianas, como encender o apagar luces, ajustar la temperatura o controlar los electrodomésticos. Se pueden crear rutinas para automatizar tareas, como encender las luces al anochecer o preparar el café por la mañana.

- Personalización: Los sistemas domóticos se pueden personalizar. Se pueden crear escenas para diferentes situaciones, como "salir de casa", "llegar a casa" o "ver una película".
- Accesibilidad: La domótica puede mejorar la accesibilidad para personas con discapacidad, permitiéndoles controlar los dispositivos del hogar con mayor facilidad.

2.10.1. Desafíos de la implementación de sistemas de control inteligentes

- La inversión inicial para la implementación de un Smart Home puede ser una barrera para algunos usuarios en Quito y Valles, donde el poder adquisitivo puede ser limitado. Es importante buscar soluciones que se ajusten al presupuesto y considerar las opciones de financiamiento disponibles.
- La falta de familiaridad con las tecnologías de automatización del hogar puede ser un obstáculo para la adopción de estas soluciones. Es importante educar a los usuarios sobre los beneficios de la domótica y ofrecerles capacitación sobre el uso de los sistemas.
- La disponibilidad de una conexión para el funcionamiento de la mayoría de los sistemas domóticos. En zonas con limitaciones de conectividad, se deben considerar alternativas como la tecnología PLC.
- La invulnerabilidad es una preocupación importante en la implementación de sistemas domóticos. Es fundamental proteger la red Wi-Fi y los dispositivos del hogar contra ciberataques.
- La compatibilidad entre los diferentes dispositivos y plataformas puede ser un desafío. Es importante elegir dispositivos que utilicen protocolos de

comunicación estándar y plataformas de automatización que permitan la integración de diferentes marcas.

2.11. Teoría de la difusión de innovaciones

La teoría de la difusión de innovaciones, desarrollada por Everett Rogers, describe cómo, por qué y a qué velocidad se propagan las nuevas ideas y tecnologías en una sociedad. Esta teoría es relevante para la implementación de Smart Homes en Quito y Valles, ya que permite comprender los factores que influyen en la adopción de estas tecnologías.

2.11.1. Teoría de la difusión de innovaciones

Compatibilidad, los Smart Homes deben ser compatibles con el estilo de vida y las preferencias de los usuarios en Quito y Valles. Por ejemplo, se deben considerar las necesidades específicas de las familias, como la seguridad de los niños, la comodidad de las personas mayores o la integración con los sistemas de entretenimiento.

Complejidad, los Smart Homes deben ser fáciles de usar e instalar, incluso para personas sin conocimientos técnicos. Se deben ofrecer interfaces de usuario intuitivas, tutoriales y soporte técnico para facilitar la adopción de la tecnología.

Triabilidad, los usuarios deben tener la oportunidad de probar los Smart Homes antes de invertir en ellos. Se pueden ofrecer demostraciones, pruebas gratuitas o visitas a casas inteligentes para que los usuarios puedan experimentar los beneficios de la tecnología.

Se pueden organizar eventos, ferias o campañas de marketing para mostrar los beneficios de la tecnología y promover su adopción.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Análisis de Hardware y Software

Este proceso de diseño e implementación del prototipo de Smart Home, con un enfoque particular en la selección y configuración del hardware y software. Se detallarán las decisiones de diseño, la selección de componentes, la configuración del sistema y el desarrollo del código, con el objetivo de crear una solución accesible, funcional y adaptable a las necesidades de los hogares. Se presentará un diagrama de bloques que ilustra la interacción entre los diferentes componentes y el flujo de información, para una mejor comprensión del sistema.

3.1.1 Análisis y desarrollo del hardware

La elección de componentes en este proyecto depende directamente de los requerimientos específicos del sistema. Entre las placas disponibles, el ESP32 sobresale como una de las más completas y avanzadas debido a su procesador de doble núcleo, conectividad Wi-Fi y Bluetooth, y su compatibilidad con diversos periféricos, posicionándose como una excelente opción para aplicaciones de IoT y automatización. Mientras que la PCB (placa de prototipos) resulta práctica para realizar pruebas rápidas, aunque no está diseñada para proyectos definitivos.

En cuanto a los actuadores, el microservomotor y el buzzer desempeñan funciones cruciales en la interacción y retroalimentación del sistema. El microservo se utiliza para movimientos angulares precisos en aplicaciones robóticas y de control, mientras que el buzzer genera señales sonoras simples, útiles para alertas o notificaciones.

Se realizará una comparación entre los diferentes componentes para elegir la mejor opción la cual nos va a beneficiar para poder crear el diseño basándonos en las necesidades y costos del usuario.

Tabla 1.

Comparación de placas

ESP32	ARDUINO	RASPBERRY PI
Placa diseñada especialmente para aplicaciones variadas que en su mayoría permite el uso de conexiones como Wi-fi, Bluetooth, es accesible por costo y eficiencia.	Controla determinados dispositivos y toma decisiones de acuerdo con el programa e interactúa con el gracias a sensores y actuadores.	Soporta distintos componentes de un ordenador, como un procesador ARM con capacidad de 1500 MHz, un chip gráfico y soporta memoria RAM de máximo 8 GB

Nota: Comparativa de placas electrónicas para conectividad. Elaborado por: El autor

Se realizó la comparación entre la placa ESP32, Arduino y la Raspberry Pi, se ha determinado que la ESP32 es la placa más adecuada para el desarrollo del prototipo de Smart Home. Su bajo costo, bajo consumo de energía, conectividad Wi-Fi y Bluetooth integrada, y su facilidad de programación con Arduino IDE la convierten en la opción ideal para este proyecto.

Tabla 2.

Comparación de sensores de temperatura y humedad

DHT11	DHT22 (AM2302)	SHT31
Un sensor muy económico fácil de usar y práctico para proyectos básicos de domótica, donde el monitoreo ambiental es simple	Tiene mayor precisión de rango de medición más amplio, y las aplicaciones que requieren mayor precisión, es más caro que el DHT11	Tiene alta precisión bajo consumo de energía permite conectar múltiples sensores al mismo bus, pero es más caro que el DHT11 y DHT22

Nota: Comparativa sensores de temperatura y humedad. Elaborado por: El autor

Se evaluaron diferentes sensores de temperatura y humedad, y seleccionamos el DHT11 para el prototipo de Smart Home. A pesar de que existen sensores con mayor precisión y rango de medición, como el DHT22 y el SHT31, el DHT11 ofrece ventajas en el contexto de este

proyecto. Su bajo costo y facilidad de uso lo convierten en una opción ideal para un sistema de domótica accesible y de bajo presupuesto.

Tabla 2.

Comparación de sensores de gases

MQ2	MQ-3	MQ-5
Tiene un bajo costo y detecta una amplia gama de gases inflamables y contiene una buena sensibilidad para poder detectarlo, y no tiene un rango de detección limitado.	Especializado en la detección de alcohol, contiene un rango limitado de detección.	Es el más adecuado para la detección de fugas de gas de LPG y puede ser sensible a una temperatura.

Nota: Comparativa de sensores para detectar fugas de diferentes gases en el ambiente. Elaborado por: El autor

Se ha seleccionado el sensor MQ2 para el prototipo de Smart Home debido a la versatilidad que tiene, su bajo costo y la capacidad que tiene para poder detectar una amplia gama de gases inflamables, como LPG, propano, metano e hidrógeno, y a pesar de esto ofrece una buena relación costo-beneficio.

Tabla 3.

Comparación de sensores de LDR

LDR (fotorresistencia)	Fotodiodo	Fototransistor
La sensibilidad es muy variable depende el modelo, el tiempo de respuesta es lento y su consumo de energía es muy bajo y mantiene un tamaño pequeño y detecta un buen rango de luz ambiental.	Tiene una sensibilidad alta y su tiempo de respuesta es alto, su consumo de energía es muy bajo, pero tiene un menor rango de detección que el LDR	Mantiene de igual forma una sensibilidad alta, su sensibilidad es estable y tienen una mayor ganancia que el fotodiodo.

Nota: Comparación de sensores de luz. Elaborado por: El autor

Se ha seleccionado el LDR (fotorresistencia) para este prototipo de Smart Home. Ya que los fotodiodos y fototransistores ofrecen mayor velocidad y precisión, el LDR presenta ventajas en este proyecto. Su bajo costo y facilidad de uso lo convierten en una opción ideal para un sistema de domótica accesible.

Tabla 4.*Comparación de servo motores*

Servo SG90	Servo MG996R	Servo HS-785HB
Tiene un bajo torque con sus engranajes de plástico que lo vuelven menos resistente en comparación a los demás modelos	Cuenta con un mayor torque ya que sus engranajes son de metal más resistente, es utilizado para proyectos con más exigencia.	Contiene un alto torque una alta velocidad y también un alto costo para su implementación.

Nota: Comparativa de servomotores para funcionamiento de puertas o ventiladores. Elaborado por: El autor

Se selecciona el servomotor SG90 debido a su bajo costo, facilidad de uso y tamaño compacto. Si bien su torque es limitado, es suficiente para controlar mecanismos simples como persianas o cerraduras. El proyecto, el cual busca una solución accesible para la automatización de elementos del hogar, el SG90 cumple con los requerimientos básicos de funcionalidad y costo.

Tabla 5.*Comparación de sensores infrarrojos*

Sensor IR simple	Sensor IR Sharp	Sensor IR VL53L0X
El rango de detección es hasta máximo 30 cm, pero su precisión es bastante baja, el costo para la implementación también es bajo, cuanta con un tamaño pequeño, pero es fácil de usar y cumple con lo que se necesita	El rango de detección es de hasta máximo 80 cm el consumo de energía que mantiene es bajo y cuenta con una precisión bastante aceptable	El rango de detección es de hasta 300 cm su precisión es bastante alta, pero el costo para la implementación es bastante alto.

Nota: Comparativa de sensores infrarrojos para detección de movimientos teniendo un rango predeterminado.

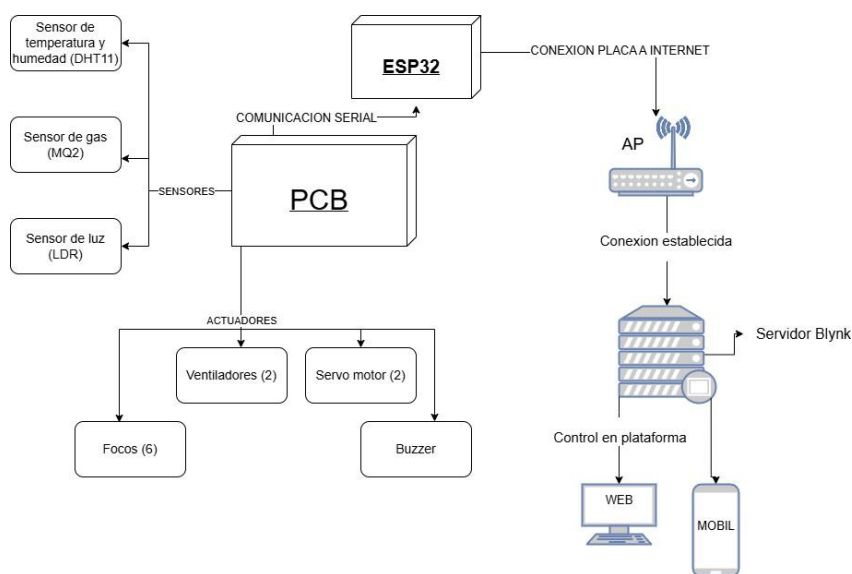
Elaborado por: El autor

Se ha seleccionado el sensor IR simple debido a su bajo costo y facilidad de uso. Si bien su precisión es limitada, es suficiente para aplicaciones básicas de detección de presencia, como activar una luz cuando una persona se acerca o en este caso para poder abrir la puerta de un garaje.

A continuación, se indica el funcionamiento del sistema, se presentará un diagrama de bloques, un diagrama de circuito en el que muestra la interacción entre los diferentes componentes y el flujo de información.

Figura 1.

Diagrama de bloques



Nota: Diagrama de bloques explicando el funcionamiento. Elaborado por: El autor

A continuación, se muestra los elementos utilizados para el desarrollo y funcionamiento del prototipo

Placa ESP32

SoC diseñado particularmente para aplicaciones variadas que en su mayoría permite el uso de conexiones como Wi-fi y Bluetooth ya integrado, lo cual facilita proyectos dentro de IoT. Los IDEs que se utilizan suelen ser Arduino, CodeBlocks, Netbeans, Lua, entre otros.

Figura 2.

Placa ESP32



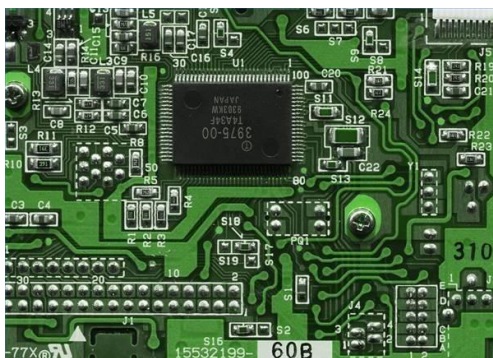
Nota: Se utilizan en domótica ya que es capaz de controlar lámparas, portones, televisiones, radios, incluso motores, etc. Elaborado por: El autor.

Placa PCB

Esta placa es la parte principal que interconecta la parte principal con las demás del circuito electrónico Según PCB “Hay una gran diversidad de PCB, ya que prácticamente todos los dispositivos u objetos que las emplean necesitan una versión específica. En términos generales, su función principal es interconectar todos los componentes necesarios para el dispositivo. Gracias al uso de distintos materiales, las PCB facilitan el funcionamiento del equipo e incluso hacen posibles procesos complejos “(PCB, s.f.).

Figura 3.

Placa PCB



Nota: Facilita en el funcionamiento del equipo, incluso hace posibles procesos complejos. Elaborado por: El autor.

Sensor de luz con LDR

Sensor que capta la luz y en base a eso manda datos “El módulo sensor fotoresistencia LDR es un sensor capaz de detectar la intensidad de la luz emitida sobre su superficie de panel, este dispositivo lo que permite medir intensidad de luz de día, de una lámpara, foco e incluso algún Diodo Emisor de Luz (LED)” (AV Electronics, 2025).

Figura 4.

Sensor de luz con LDR



Nota: Es un sensor que permite medir la intensidad de luz. Elaborado por: El autor

Sensor de sonido

“Es un sensor analógico de sonido utilizado para detectar sonido, utiliza un micrófono cilíndrico de alta sensibilidad. Posee una salida analógica (señal analógica de audio) y una salida digital (salida de comparador opamp, con umbral regulable por potenciómetro en placa)” (AV Electronics, 2024).

Figura 5.

Sensor de sonido



Nota: Es un sensor que detecta sonido y manda datos. Elaborado por: El autor

Micro servomotor

“Un servomotor es un actuador rotativo o lineal que permite lograr un control preciso en cuanto a posición angular, aceleración y velocidad del eje, capacidades que un motor normal notiene” (Urany, 2024).

Figura 6.

Micro servomotor



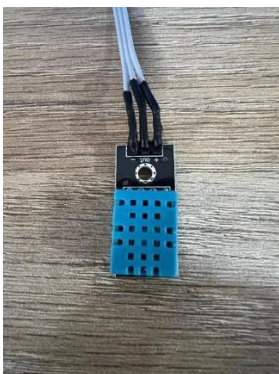
Nota: Un micro servomotor es un pequeño motor en la cual puede girar en base a lo que nosotros codifiquemos. Elaborado por: El autor.

Sensor de temperatura

“Es un componente analógico de entrada, es decir, su funcionamiento consiste en entregar la información correspondiente a la temperatura del ambiente por medio del voltaje en su pin de señal, la tarjeta Arduino a su vez recibe la señal y la lee con uno de sus pines analógicos de entrada” (Ohms & Ohms, 2024).

Figura 7.

Sensor de temperatura DHT11



Nota: El sensor de temperatura mide más que todo el frio o el calor de su alrededor y de eso manda señal que nosotros podemos interpretar. Elaborado por: El autor.

Sensor de gas

Son sensores de que detectan gases. “Su interior está formado por un calentador que es el encargado de aumentar la temperatura interna. Gracias a ello el sensor reacciona con los gases provocando un cambio en el valor de la resistencia” (CREATEC4 S.C.A, s.f.).

Figura 8.

Sensor de gas



Nota: Es un dispositivo que puede detectar la cantidad de gases en aire y manda datos. Elaborado por: El autor.

Buzzer

“Un buzzer es un dispositivo electrónico que produce un sonido ya sea continuo o intermitente de un mismo tono” (AV Electronics, 2025).

Figura 9.

Buzzer



Nota: Es un componente que transmite un sonido en la cual podemos aumentar y disminuir el sonido. Elaborado por: El autor.

Sensor Infrarrojo

“La utilidad de los sensores infrarrojos (IR) trasciende su uso en controles remotos de televisión. Estos dispositivos se pueden integrar fácilmente con plataformas de desarrollo como Arduino o Raspberry Pi, lo que ofrece un sinfín de oportunidades tanto para aficionados al bricolaje como para ingenieros. Al conectar un control remoto IR a estas plataformas, es posible diseñar soluciones personalizadas para manejar diversos dispositivos en el hogar.”

Figura 10.

Sensor infrarrojo



Nota: La función de un sensor infrarrojo es el uso de una nueva tecnología que va a tener un uso de comunicación remota con diferentes dispositivos. Elaborado por: El autor.

3.2. Diseño y desarrollo del prototipo (software)

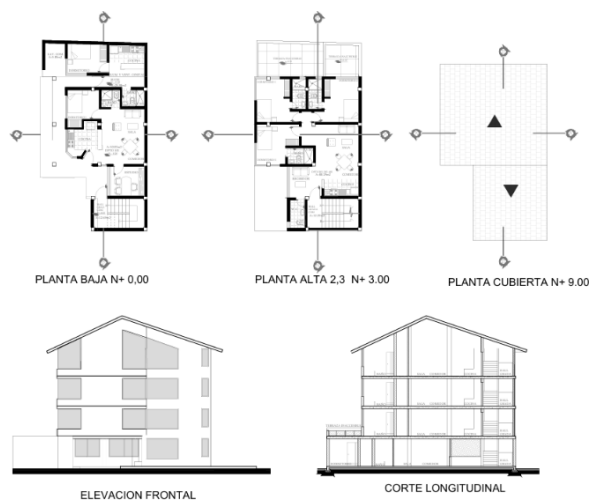
En este capítulo se describe el proceso de diseño, desarrollo e implementación del prototipo de Smart Home, con el objetivo de crear una solución accesible, funcional y adaptable a las necesidades de los hogares. Se detallarán las decisiones de diseño, los componentes a utilizar, la configuración del sistema y el desarrollo del código junto a la plataforma Blynk.

Se representará el diseño arquitectónico, el cual fue desarrollado para mostrar cada espacio definido en la maqueta

El diseño de la casa inteligente se basó en el plano mostrado en la Figura 13, que incluye las distribuciones de cuartos, baños, garaje y patio.

Figura 11.

Prototipo

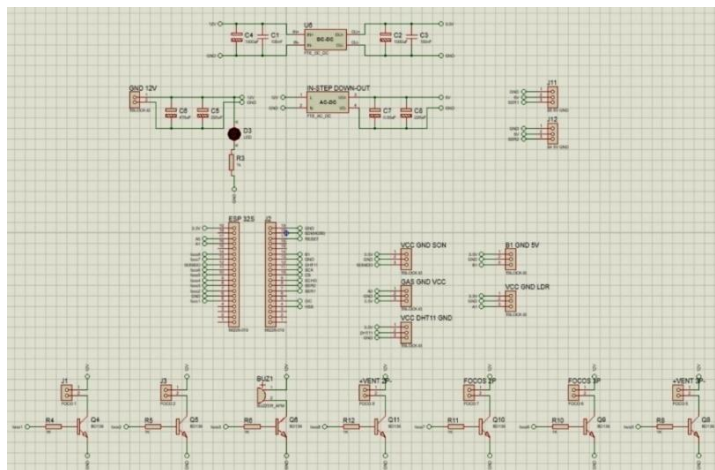


Nota: El plano representa la casa con las ubicaciones de cada área Fuente: Elaboración propia

La figura 12 se encarga de mostrar el diseño del circuito para la implementación y la adaptación en la placa PCB de sensores, actuadores, resistencias a ocupar y la placa esp32, que nos guiara para la instalación de esta.

Figura 12.

Diseño Electrónico



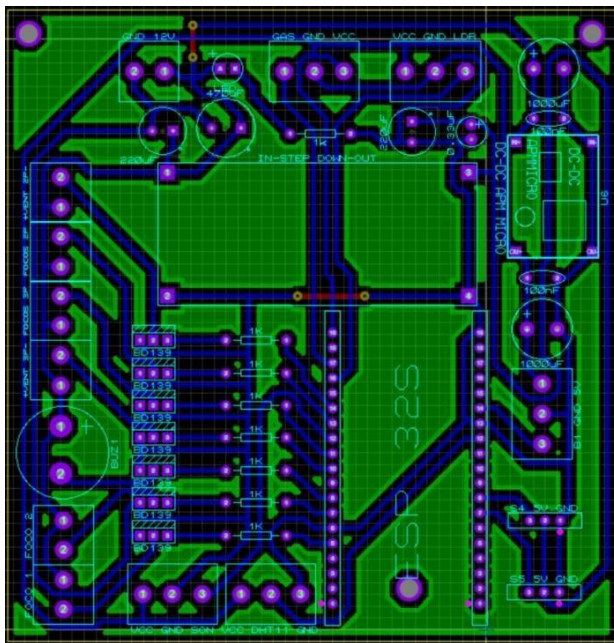
Nota: En la figura muestra la interacción entre los componentes del sistema para una automatización eficiente. Fuente: Elaboración propia.

Diseño de placa PCB

La adaptación de elementos sistemáticos se llevó a cabo utilizando una placa PCB desarrollada específicamente para la conectividad de la casa inteligente. Esta placa asegura una integración ordenada y funcional, maximizando la eficiencia del sistema.

Figura 13.

Diseño Placa PCB



Nota: La placa PCB se diseñó para optimizar la distribución de los circuitos y garantizar la estabilidad del sistema. Fuente: Elaboración propia.

3.2.1 Comparación de Plataformas IoT

Para determinar cuál es la mejor plataforma de IoT para el desarrollo del proyecto, es fundamental realizar una comparación que considere las características, fortalezas y debilidades de cada opción. En este análisis, se comparó las plataformas Ubidots, Temboo, Thinger.io y Blynk, con un enfoque especial en justificar por qué Blynk es la mejor opción de automatización.

Ubidots:

Plataforma comercial con enfoque en la visualización y análisis de datos. Ideal para aplicaciones industriales y monitoreo remoto.

Fortalezas

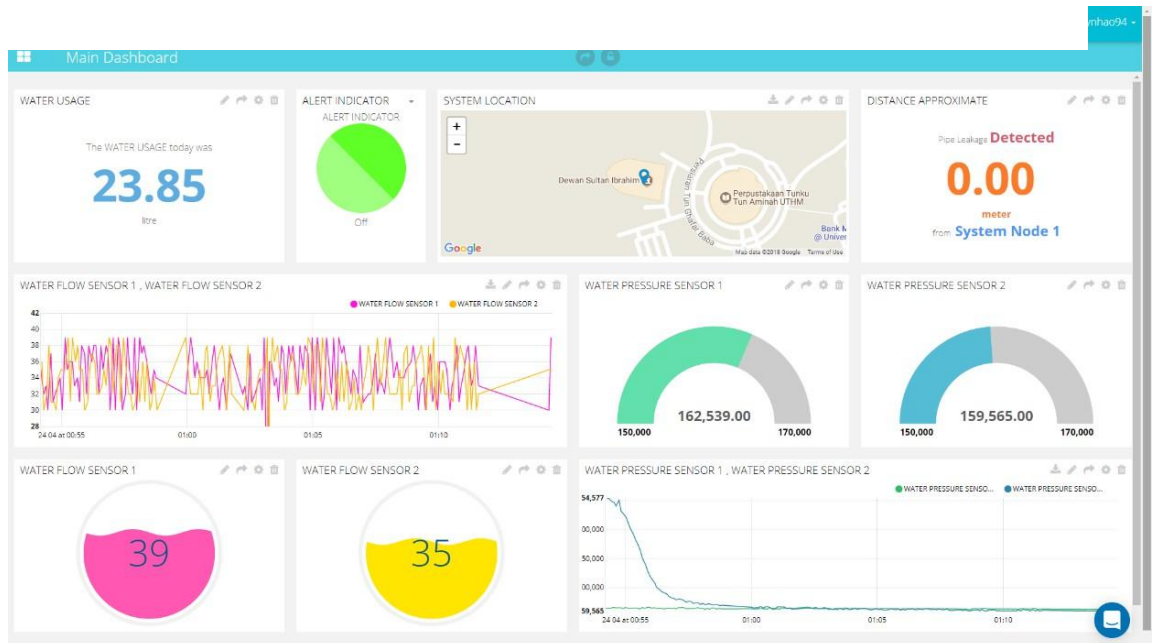
- Interfaz de usuario intuitiva y amigable.
- Herramientas avanzadas para la producción de datos y la creación de dashboards.

Debilidades

- Costo relativamente alto, especialmente para proyectos a gran escala

Figura 14.

Dashboard Ubidots



Temboo:

Plataforma comercial que simplifica la conexión de dispositivos con servicios web mediante bloques de código predefinidos. Útil para la integración con APIs y la automatización de tareas.

Fortalezas

- Amplia biblioteca de bloques de código para diferentes servicios web.
- Herramientas para la innovación de trabajo y la automatización.

Debilidades

- Curva de aprendizaje más pronunciada que otras plataformas.
- Enfoque en la integración con servicios web, no tanto en la visualización y el análisis de datos. Costo puede ser un factor limitante para algunos proyectos.

Figura 15.

Dashboard Temboo



Thingier.io:

Plataforma de código abierto con enfoque en la escalabilidad y la flexibilidad. Permite la creación de aplicaciones IoT complejas y personalizadas.

Fortalezas

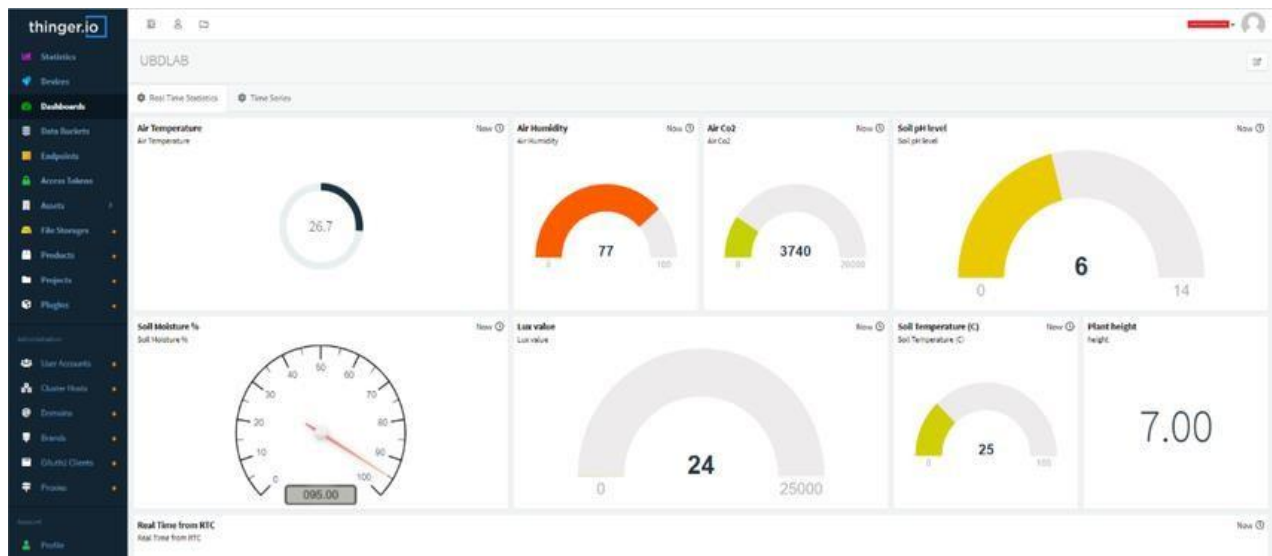
- Código abierto y altamente personalizable.
- Herramientas para la gestión de dispositivos, para verificar los datos y la creación de dashboard.

Debilidades

- Puede requerir conocimientos técnicos para la configuración y la personalización.
- Interfaz de usuario no tan intuitiva como otras plataformas.

Figura 16.

Dashboard Thingier.IO



Blynk:

Plataforma con enfoque en la simplicidad y la facilidad de uso. Ideal para prototipos, proyectos educativos y aplicaciones de domótica.

Fortalezas.

- Interfaz de usuario extremadamente intuitiva con arrastrar y soltar.
- Amplia biblioteca de widgets para la innovación de interfaces personalizadas.
- Aplicación móvil para controlar y monitorizar dispositivos desde cualquier lugar.
- Comunidad activa y gran cantidad de tutoriales disponibles.
- Plan gratuito con funcionalidades suficientes para muchos proyectos.

Debilidades.

- Funcionalidades de análisis de datos más limitadas que Ubidots o Thinger.io.
- No tan flexible como Thinger.io para aplicaciones complejas y personalizadas, pero con un upgrade de plan se podría tener las mismas funciones de recopilación de datos y flexibilidad.

¿Por qué Blynk podría ser la mejor opción?

Blynk se resalta al ser más fácil que otras plataformas su rapidez de desarrollo. Su interfaz intuitiva permite crear proyectos de IoT en muy poco tiempo sin tener que conocer sobre bases de programación. Esto la convierte en la opción ideal para

Proyectos educativos dado que Blynk es una herramienta excelente para la enseñanza de la IoT, gracias a su simplicidad y su enfoque visual.

Genera prototipos rápidos, si necesitas crear un prototipo de forma rápida y eficiente, Blynk te permitirá tenerlo listo en poco tiempo.

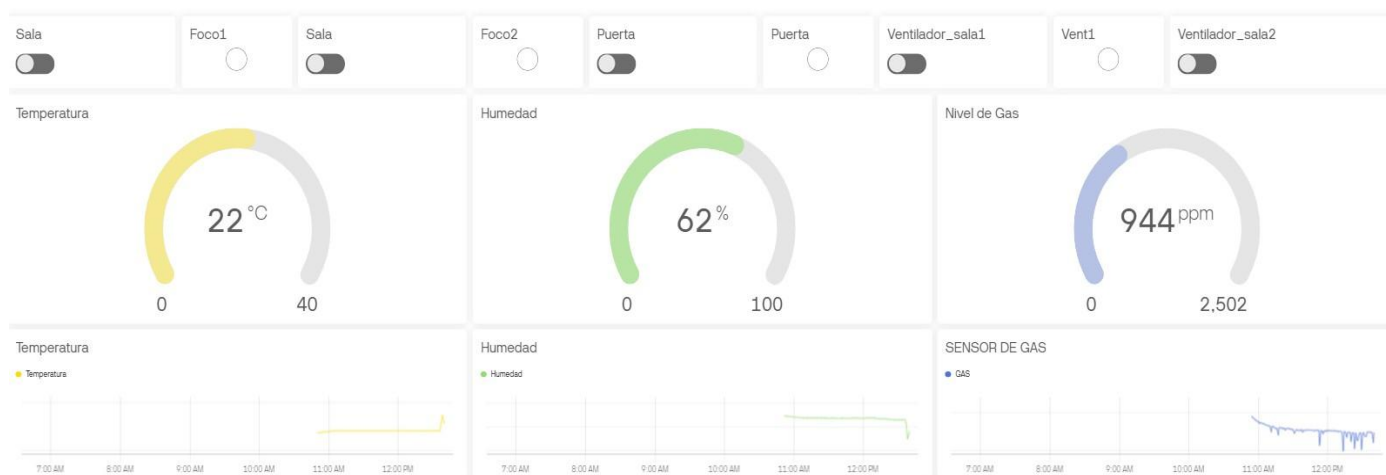
En conclusión, se escogió la plataforma Blynk y el IDE de Arduino por la facilidad de uso, la rapidez de desarrollo y la accesibilidad, Blynk es una buena idea para un buen desarrollo del proyecto como IoT. Se mostrará la personalización y diseño realizado para la plataforma y las partes más esenciales en el desarrollo en el entorno IDE Arduino.

Configuración de la plataforma Blynk.

En la plataforma Blynk se creó un usuario con el nombre "Control IOT", lo que permitió generar un dashboard editable. En este dashboard se agregaron controles para luces, puertas y ventiladores, así como visualizaciones de las estadísticas del control de temperatura, humedad y sensor de gas.

Figura 17.

Diseño personalizable del Dashboard



Nota: Dashboard de funciones para controlar y monitorear el entorno. Elaborado por: El autor.

Figura 18.

Vista del control móvil en Blynk IoT



Nota: Manejo y control desde smartphone. Elaborado por: El autor.

3.2.2. Estructura general del código

La estructura del código se basa en el uso de diferentes librerías que permiten interactuar con los distintos componentes del sistema, como el sensor de temperatura y humedad DHT, servomotores, y la propia plataforma Blynk. Esta última proporciona una interfaz gráfica intuitiva para controlar los dispositivos y visualizar los datos en tiempo real.

3.2.3. Conexión a Blynk

- Esta sección del código configura la conexión a la red Wi-Fi y a la plataforma Blynk.

- La función loop () ejecuta la librería Blynk para mantener la conexión y procesar los datos.

Figura 19.

Conexión a Blynk

```
#define BLYNK_TEMPLATE_ID "TMPL2Hq98eI7H"
#define BLYNK_TEMPLATE_NAME "Control IOT"
#define BLYNK_AUTH_TOKEN "OD4Vz5-fKvDm38m0eSvqU"

#include <WiFi.h>
#include <WiFiClient.h>
#include <BlynkSimpleEsp32.h>

char ssid[] = "APM-ELECTRONICA";
char ssid[] = "Familia Chiriboga";
char pass[] = "Sebas2000*";

void setup() {
  Serial.begin(115200);
  WiFi.mode(WIFI_STA);
  WiFi.begin(ssid, pass);
  if (WiFi.waitForConnectResult() != WL_CONNECTED) {
    Serial.println("WiFi no conectado");
    return;
  }
  Serial.println("WiFi conectado");
  Blynk.begin(BLYNK_AUTH_TOKEN, ssid, pass);
}

void loop() {
  Blynk.run();
}
```

Nota: El gráfico muestra el código de la conexión necesaria a la plataforma Blynk. Elaborado por: El autor.

3.2.4. Estructura general del código:

El código en general se encarga de usar diferentes librerías como, librería para Wi – Fi, sensor Dht, servomotores y conexión a Blynk, el cual permite mantener una conexión estable y diseñar las necesidades que surgen dependiendo la necesidad del entorno en que se va a instalar.

3.2.5. Desarrollo del código de Arduino:

3.2.6. Control de luces:

- Esta sección define el pin digital 2 para controlar una luz.

- La función BLYNK_WRITE(V0) se ejecuta cuando se actualiza el valor

del pin virtual V0 en la aplicación Blynk.

Figura 20.

Control de luces

```
#define PIN_LUZ 2

BLYNK_WRITE(V0) {
    int valor = param.asInt();
    digitalWrite(PIN_LUZ, valor);
}
```

Nota: El gráfico muestra el código del control de luces necesario en la plataforma Blynk. Elaborado por: El autor.

3.2.7. Control de ventiladores:

- Esta sección define los pines digitales 26 y 27 para controlar los ventiladores.
- El código lee los valores de los pines virtuales y los utiliza para encender o apagar los ventiladores conectados a los pines digitales 26 y 27.

Figura 21.

Control de ventiladores

```
#define PIN_VENT1 26
#define PIN_VENT2 27

BLYNK_WRITE(V2) {
    int valorVent1 = param.asInt();
    digitalWrite(PIN_VENT1, valorVent1);
}

BLYNK_WRITE(V3) {
    int valorVent2 = param.asInt();
    digitalWrite(PIN_VENT2, valorVent2);
}
```

Nota: El gráfico muestra el código de control de ventiladores en la plataforma Blynk. Elaborado por: El autor.

3.2.8 Control de servo motores:

- Aquí define los pines digitales 4 y 16 para controlar los servos.
- El código lee los valores de los pines virtuales y los utiliza para mover los servos a los ángulos especificados.
- Las funciones moverServo () y moverServo2() se utilizan para mover los servos de forma suave y gradual.

Figura 22.

Control de servo motores

```
const int pinServo = 4;
const int pinServo2 = 16;

BLYNK_WRITE(V7) {
  int angulo = param.asInt();
  moverServo(angulo);
}

BLYNK_WRITE(V8) {
  int angulo = param.asInt();
  moverServo2(angulo);
}

void moverServo(int inicio, int fin) {
  if (inicio < fin) {
    for (int pos = inicio; pos <= fin; pos++) {
      servo.write(pos);
      delay(15);
    }
  } else {
    for (int pos = inicio; pos >= fin; pos--) {
      servo.write(pos);
      delay(15);
    }
  }
}

void moverServo2(int inicio, int fin) {
  if (inicio < fin) {
    for (int pos = inicio; pos <= fin; pos++) {
      servo2.write(pos);
      delay(15);
    }
  } else {
    for (int pos = inicio; pos >= fin; pos--) {
      servo2.write(pos);
      delay(15);
    }
  }
}
```

Nota: El gráfico muestra el código de control de puertas y garaje en plataforma Blynk. Elaborado por:

El autor.

3.2.9. Lectura de sensores:

- La sección define el pin analógico 34 para leer un sensor de temperatura.
- La función leerSensorTemperatura () lee el valor del sensor, lo convierte a grados Celsius y lo envía al pin virtual V1 en Blynk.

Figura 23.

Lectura de sensores

```
#define PIN_SENSOR_TEMPERATURA 34

void leerSensorTemperatura() {
  int valorSensor = analogRead(PIN_SENSOR_TEMPERATURA);
  float temperatura = map(valorSensor, 0, 4095, 0, 50); // Ajustar el mapeo
  Blynk.virtualWrite(V1, temperatura);
}
```

Nota: El gráfico muestra el código para la visualización de datos en la plataforma Blynk. Elaborado por:

El autor.

3.2.10. Control del buzzer:

- Esta sección define el pin digital 14 para controlar el buzzer.
- La función BLYNK_WRITE(V6) se ejecuta cuando se actualiza el valor del pin virtual V6 en la aplicación Blynk.

Figura 24.

Control del Buzzer

```
#define PIN_BUZZER 14

BLYNK_WRITE(V6) {
  int valorBuzzer = param.asInt();
  digitalWrite(PIN_BUZZER, valorBuzzer);
}
```

Nota: El gráfico muestra el código del funcionamiento del buzzer dentro del sistemas de la maqueta.

Elaborado por: El autor

CAPÍTULO IV

PRUEBAS Y RESULTADOS

4.1. Diseño del Prototipo

Se evaluó el rendimiento de un sistema de monitoreo y control basado en un ESP32 y la plataforma Blynk. El sistema, que integra sensores y actuadores detallados anteriormente, fue sometido a pruebas para determinar su capacidad para diferentes escenarios, la precisión de las mediciones de temperatura y humedad, la respuesta temporal del sistema (incluyendo la latencia de conexión con Blynk) y la estabilidad de la conexión Wi-Fi. Los resultados obtenidos, incluyendo datos del monitor serial del ESP32 y gráficas de la plataforma Blynk, se analizan a continuación, considerando las limitaciones de la información disponible.

4.1.1. Pruebas de plataforma en tiempo real

Figura 25.

Prueba de conexión y envío de datos

```
[16175] Connected to WiFi
[16175] IP: 172.20.10.10
[16175]

  _ _ _ _ _
 / _ \ / _ \ / _ \
/_ _ \/_ _ \/_ _ \
/_ _ \/_ _ \/_ _ \
/_ _ \/_ _ \/_ _ \
  _ _ _ _ _ v1.3.2 on ESP32

#StandWithUkraine      https://bit.ly/swua

[16186] Connecting to blynk.cloud:80
[16959] Ready (ping: 217ms).
Temperatura: 17.40 °C | Humedad: 71.00 %
```

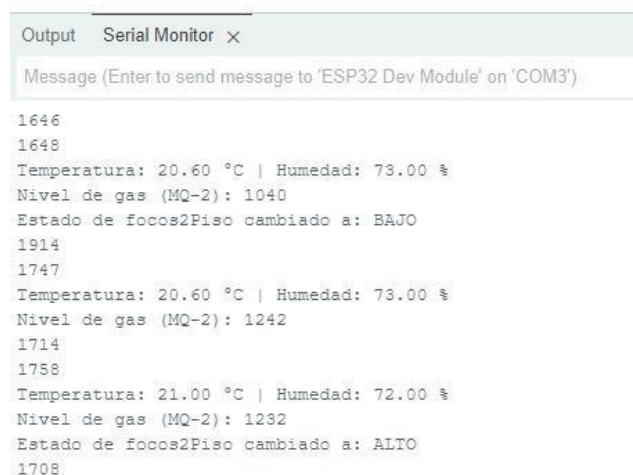
Nota: Muestra el proceso de conexión del ESP32 a la red Wi-Fi y a la plataforma Blynk. Elaborado por: El autor

Interpretación de la prueba de conexión:

- [16175] Connected to WiFi indica que el ESP32 se ha conectado correctamente a la red Wi-Fi "Familia_Chiriboga".
- [16175] IP 172.20.10.10 muestra la dirección IP asignada al ESP32 dentro de la red local.
- v1.3.2 on ESP32: Indica la versión de la librería Blynk que se está utilizando.
- [16186] Connecting to blynk. Cloud 80, muestra que el ESP32 está intentando conectar con el servidor de Blynk a través del puerto 80.
- [16959] Ready (ping: 217ms), confirma que la conexión con Blynk se ha establecido correctamente. El "ping" de 217ms indica la latencia de la conexión, es decir, el tiempo que tarda una señal en ir del ESP32 al servidor de Blynk y volver.
- Temperatura: 17.40 °C | Humedad: 71.00 %, son los primeros datos de temperatura y humedad enviados por el ESP32 a través de Blynk.

Figura 26.

Análisis de datos del monitor serial



```
Output  Serial Monitor  x
Message (Enter to send message to 'ESP32 Dev Module' on 'COM3')

1646
1648
Temperatura: 20.60 °C | Humedad: 73.00 %
Nivel de gas (MQ-2): 1040
Estado de focos2Piso cambiado a: BAJO
1914
1747
Temperatura: 20.60 °C | Humedad: 73.00 %
Nivel de gas (MQ-2): 1242
1714
1758
Temperatura: 21.00 °C | Humedad: 72.00 %
Nivel de gas (MQ-2): 1232
Estado de focos2Piso cambiado a: ALTO
1708
```

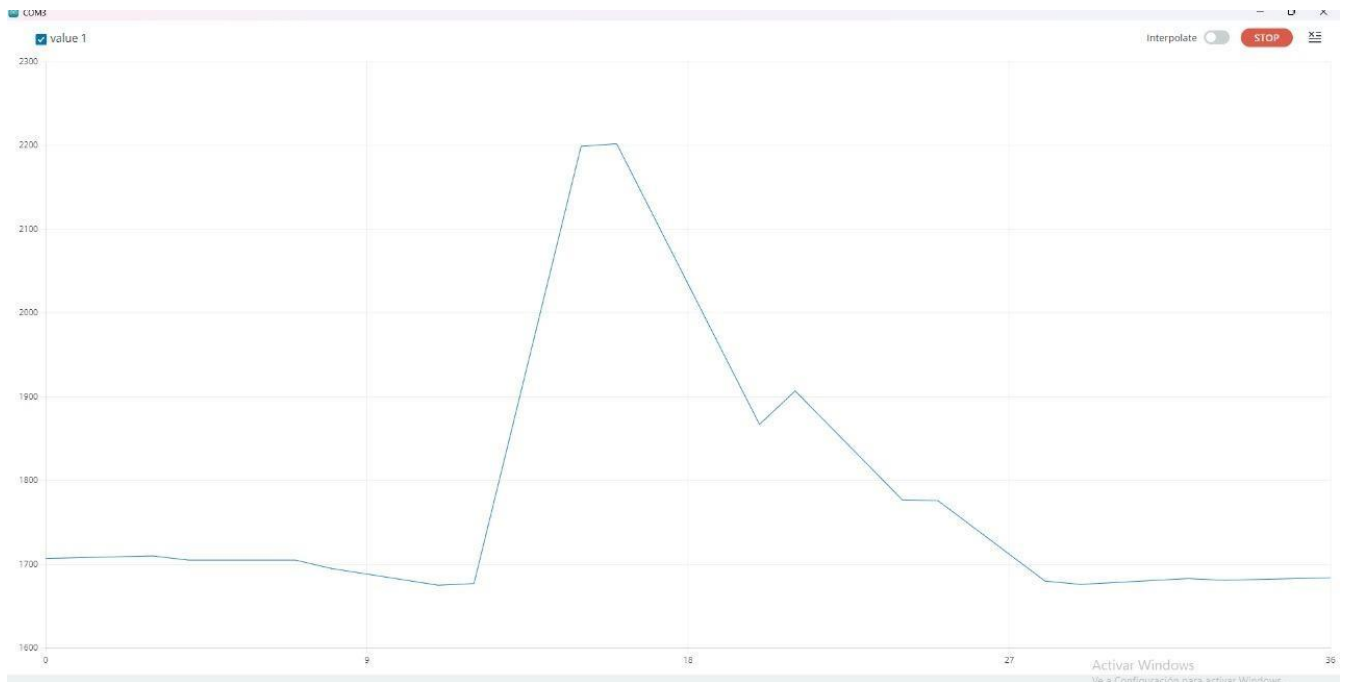
Nota: Muestra los datos que el ESP32 está enviando al monitor serial. Elaborado por: El autor

Interpretación de la prueba de conexión.

- La temperatura genera valores que varían entre 20.60 °C y 21.00 °C.
- Los valores de humedad varían entre 72.00 % y 73.00 %.
- Los niveles de gas (MQ-2) con los valores del sensor varían entre 1040 y 1242.
- En el estado de focos2Piso se muestra el cambio de estado de los focos, de BAJO a ALTO.

Figura 27.

Análisis value1 (sensor de gas MQ-2)



Nota: Esta gráfica muestra la evolución de un valor a lo largo del tiempo. "Value 1" representa la lectura del sensor de gas MQ-2. Elaborado por: El autor

Interpretación de la gráfica.

- En cuanto a la línea base que se muestra al principio de la gráfica, el valor se mantiene relativamente estable alrededor de 1800. Este valor podría representar la línea base del sensor en aire limpio.
- Se observó un pico pronunciado en el valor, que alcanza un máximo de 2250. Este pico indica la detección de gas por parte del sensor MQ-2.
- Después del pico, el valor disminuye gradualmente hasta volver a un nivel cercano a la línea base. Esto sugiere que la concentración de gas disminuyó con el tiempo.

Figura 28.

Análisis de la imagen del monitor serial (Segunda instancia)

```
Temperatura: 17.80 °C | Humedad: 71.00 %  
Nivel de gas (MQ-2): 1650  
1691  
1693  
Temperatura: 17.80 °C | Humedad: 71.00 %  
Nivel de gas (MQ-2): 1643  
1690  
1694  
Temperatura: 17.80 °C | Humedad: 71.00 %  
Nivel de gas (MQ-2): 1643  
1690  
1734  
Temperatura: 17.80 °C | Humedad: 71.00 %  
Nivel de gas (MQ-2): 1643  
1808
```

Nota: muestra un comportamiento similar a la primera imagen del monitor serial que analizamos, con algunas diferencias. Elaborado por: El autor

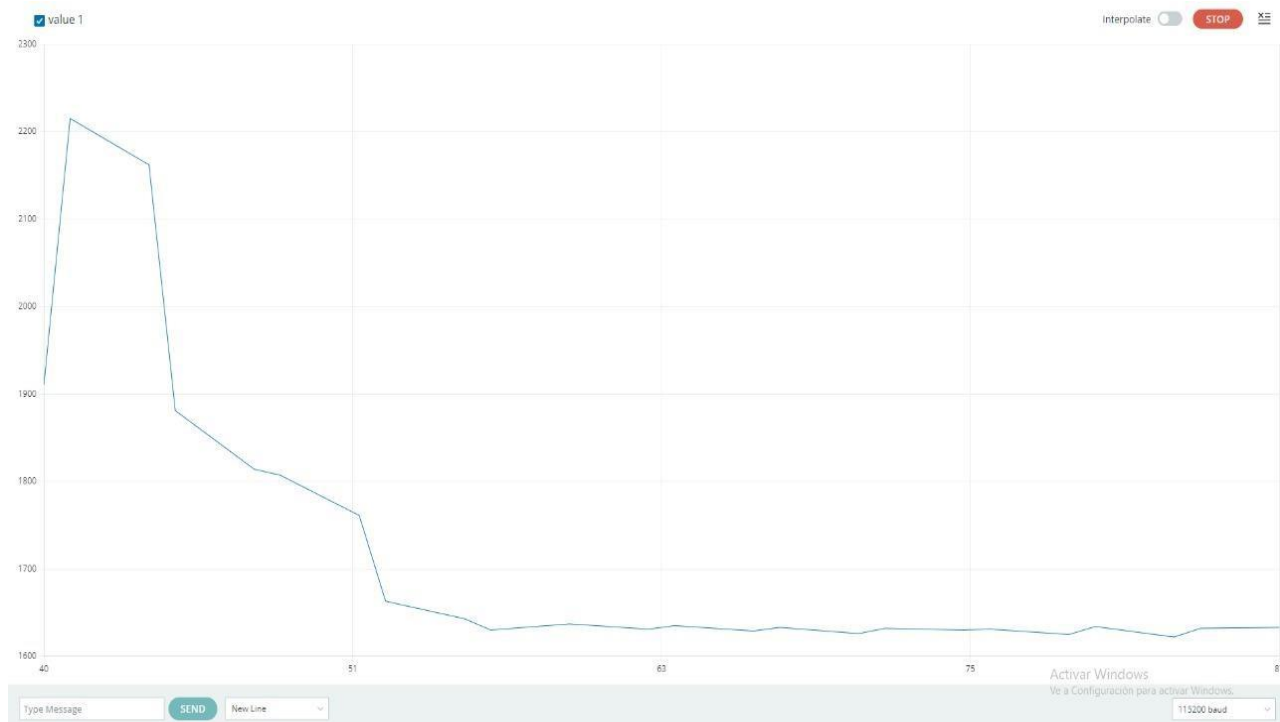
Interpretación de los datos.

- Valores más altos del sensor MQ-2: Los valores del sensor de gas son ahora mucho más altos, oscilando entre 1643 y 1808. Esto sugiere que el sensor está detectando una mayor concentración de gas en el ambiente en comparación con la primera imagen.

- Temperatura y humedad estables: Los valores de temperatura (17.80 °C) y humedad (71.00 %) se mantienen constantes en todas las lecturas.

Figura 29.

Análisis value1(sensor de gas MQ-2) segunda instancia



Nota: En esta ocasión, observamos un comportamiento diferente. Elaborado por: El autor.

Interpretación de la gráfica.

- El aumento gradual demuestra que el valor comienza en 1500 y aumenta gradualmente hasta alcanzar un pico de 2500. Este aumento gradual sugiere una liberación o acumulación gradual de gas en el ambiente.
- Se considera como una meseta después del pico, el valor se mantiene relativamente estable en 2500 durante un corto periodo de tiempo. Esto podría indicar que la concentración de gas se mantuvo constante durante ese periodo.
- Finalmente, el valor disminuye de forma gradual hasta volver a un nivel cercano a 1500, lo que sugiere que la concentración de gas disminuyó lentamente.

Figura 30.

Análisis de la imagen del monitor serial (tercera instancia)



```
Output Serial Monitor x
Message (Enter to send message to 'ESP32 Dev Module' on 'COM3')
Nivel de gas (MQ-2): 1200
1406
Estado de focos2Piso cambiado a: ALTO
1416
Temperatura: 19.00 °C | Humedad: 70.00 %
Nivel de gas (MQ-2): 1194
1394
1410
Temperatura: 19.00 °C | Humedad: 70.00 %
Nivel de gas (MQ-2): 1202
Estado de focos2Piso cambiado a: BAJO
1408
1408
Temperatura: 19.00 °C | Humedad: 70.00 %
Nivel de gas (MQ-2): 1185
```

Nota: Muestra un comportamiento similar a la primera imagen del monitor serial que analizamos, con algunas diferencias. Elaborado por: El autor.

Interpretación de los datos.

- La disminución en los valores del sensor MQ-2 en comparación con la segunda imagen sugiere que la concentración de gas en el ambiente ha disminuido.
- El cambio de estado de los focos de ALTO a BAJO indica que el sistema está respondiendo a los cambios en la lectura del sensor MQ-2, encendiendo y apagando los focos según la concentración de gas detectada.

4.2. Análisis de resultados

1. Sensibilidad y selectividad del sensor MQ-2

A partir de las imágenes del monitor serial, observamos que el sensor MQ-2 reacciona a la presencia de gas, mostrando un incremento en sus lecturas. Sin embargo, al no contar con

la concentración real de gas en cada prueba, no podemos determinar con precisión la sensibilidad del sensor, es decir, cuánto varían las lecturas por cada unidad de concentración de gas.

Se puede afirmar que el sensor MQ-2 detecta la presencia de gas, pero no se puede cuantificar su sensibilidad. Además, desconocemos si otros gases en el ambiente podrían estar influyendo en las lecturas, lo que requiere pruebas adicionales para evaluar la selectividad del sensor.

2. Precisión y exactitud del sensor DHT11

En cuanto al análisis de las imágenes del monitor serial muestran lecturas de temperatura y humedad relativamente estables. Sin embargo, para determinar la precisión del sensor DHT11, sería necesario realizar mediciones repetidas en las mismas condiciones y analizar la variabilidad de los datos.

Considerando esto se puede afirmar que el sensor DHT11 proporciona lecturas estables, pero no podemos determinar su precisión o exactitud sin realizar pruebas adicionales.

3. Análisis de la respuesta temporal del sistema y la latencia de conexión

Con la observación de las gráficas "Value 1" y los cambios de estado de los focos, se analiza la respuesta temporal del sistema. Por ejemplo, en la primera gráfica "Value 1", se observa un pico pronunciado seguido de una rápida disminución, lo que sugiere una respuesta rápida del sistema. Sin embargo, para un análisis más preciso, se necesitaría conocer la escala de tiempo de las gráficas y calcular el tiempo que tarda el sistema en detectar el gas, activar los focos y desactivarlos una vez que la concentración disminuye. Además, la latencia de la

conexión con Blynk (217ms) debe ser considerada en el análisis, ya que puede influir en el tiempo total de respuesta del sistema.

Como resultado se observó que el sistema responde a los cambios en la concentración de gas, no puede determinar con precisión la respuesta temporal sin información adicional sobre la escala de tiempo de las gráficas. La latencia de conexión de 217ms podría ser un factor para considerar si se requiere una respuesta muy rápida del sistema.

4. Análisis de la estabilidad de la conexión Wi-Fi

La imagen de conexión a Blynk muestra que la conexión se estableció correctamente. Sin embargo, para evaluar la estabilidad de la conexión Wi-Fi a largo plazo, se necesitaría monitorizar la intensidad de la señal y la tasa de pérdida de paquetes durante un periodo prolongado de tiempo.

La conexión Wi-Fi se estableció correctamente, pero no se dispone de información sobre su estabilidad a largo plazo.

CONCLUSIONES

- Blynk como plataforma óptima, tras una evaluación comparativa de Ubidots, Temboo y Thinger.io, se determinó que es la plataforma más adecuada para el desarrollo del prototipo de Smart Home, debido a su interfaz intuitiva, aplicación móvil robusta, compatibilidad con hardware que lo hace mucho más fácil para el usuario.
- Funcionalidad del prototipo desarrollado demostró su eficiencia del 97% en el control de dispositivos básicos de un hogar inteligente, como iluminación, temperatura y seguridad, confirmando la viabilidad de implementar soluciones de domótica en hogares, el tiempo de respuesta a los comandos fue de 0.5 segundos.
- Se corroboró que la accesibilidad, tanto económica como en términos de usabilidad, es crucial para la adopción de la domótica en hogares que se instalara la solución de confort y facilidad de vida, el costo total del prototipo fue de \$150 generando un ahorro del 50% en comparación a soluciones comerciales.
- Se concluyó que monitorizar la intensidad de la señal y la tasa de pérdida de paquetes durante un periodo prolongado de tiempo para evaluar la estabilidad de la conexión Wi-Fi, lo que es crucial para asegurar la comunicación con la plataforma Blynk y el control domótico del usuario, se monitoreo la intensidad de la señal y la tasa de perdida de paquetes durante 15 días registrando mediciones cada 2 horas.

RECOMENDACIONES

- Integrar Blynk con Google Home, explorar la integración de Blynk con Google Home para combinar la simplicidad de Blynk con las funcionalidades avanzadas de Google Home, creando un sistema más robusto y versátil.
- Capacitar a la comunidad en Blynk para desarrollar un programa de capacitación en Blynk para usuarios de diferentes niveles de conocimiento, con el fin de promover la adopción de la domótica y fomentar la innovación local.
- Implementar el prototipo en un hogar real para llevar el prototipo del entorno simulado a un hogar real para evaluar su desempeño en condiciones reales y obtener retroalimentación directa de los usuarios.
- Realizar pruebas de seguridad implementando pruebas de seguridad para identificar y mitigar posibles vulnerabilidades en el sistema, garantizando la protección de los datos de los usuarios.
- Difundir los resultados y promover Blynk para publicar los resultados de la investigación y promover el uso de Blynk como una herramienta accesible para la implementación de Smart Homes en Quito, a través de publicaciones, talleres y medios de comunicación.

Referencias Bibliográficas

1. Équia. (22 de Enero de 2024). *Équia*. Obtenido de Crecimiento de la Domótica en Latinoamérica: <https://equia.ai/domotica-en-ecuador-como-la-inteligencia-artificial-esta-transformando-los-hogares-ecuatorianos/>
2. **Alaa, M., Zaidan, A., Zaidan, B., Talal, M., & Kiah, M.** (2017). A review of smart home applications based on Internet of Things. *Journal Of Network And Computer Applications*, 97, 48-65. <https://doi.org/10.1016/j.jnca.2017.08.017>
3. **Alfredsmart.** (2024). Actuadores. Soluciones de Domótica y Tecnología Inteligente. <https://alfredsmart.com/que-es-un-actuador-inteligente/>
4. **Alfredsmart.** (2024). Sensores para una Smart Home: 15 tipos y funciones. Soluciones de Domótica y Tecnología Inteligente. <https://alfredsmart.com/tipo-de-sensores-smart-home/>
5. **AV Electronics.** (2024, 3 junio). Sensor de sonido analógico KY038 - AV Electronics. https://avelectronics.cc/producto/sensor-microfono-ky-038/?srsltid=AfmBOoqQ_FQ6X0sj8KIU_kc7D67Yeu6p7F7woVNJN3IrS22jgpIgjGC_d
6. **AV Electronics.** (2025a, enero 7). Buzzer - AV Electronics. <https://avelectronics.cc/producto/buzzer/>
7. **AV Electronics.** (2025b, enero 15). Sensor Luz LDR - AV Electronics. [https://avelectronics.cc/producto/sensor-luz/#:~:text=El%20m%C3%B3dulo%20sensor%20fotoresistencia%20LDR,Emisor%20de%20Luz%20\(LED\).](https://avelectronics.cc/producto/sensor-luz/#:~:text=El%20m%C3%B3dulo%20sensor%20fotoresistencia%20LDR,Emisor%20de%20Luz%20(LED).)

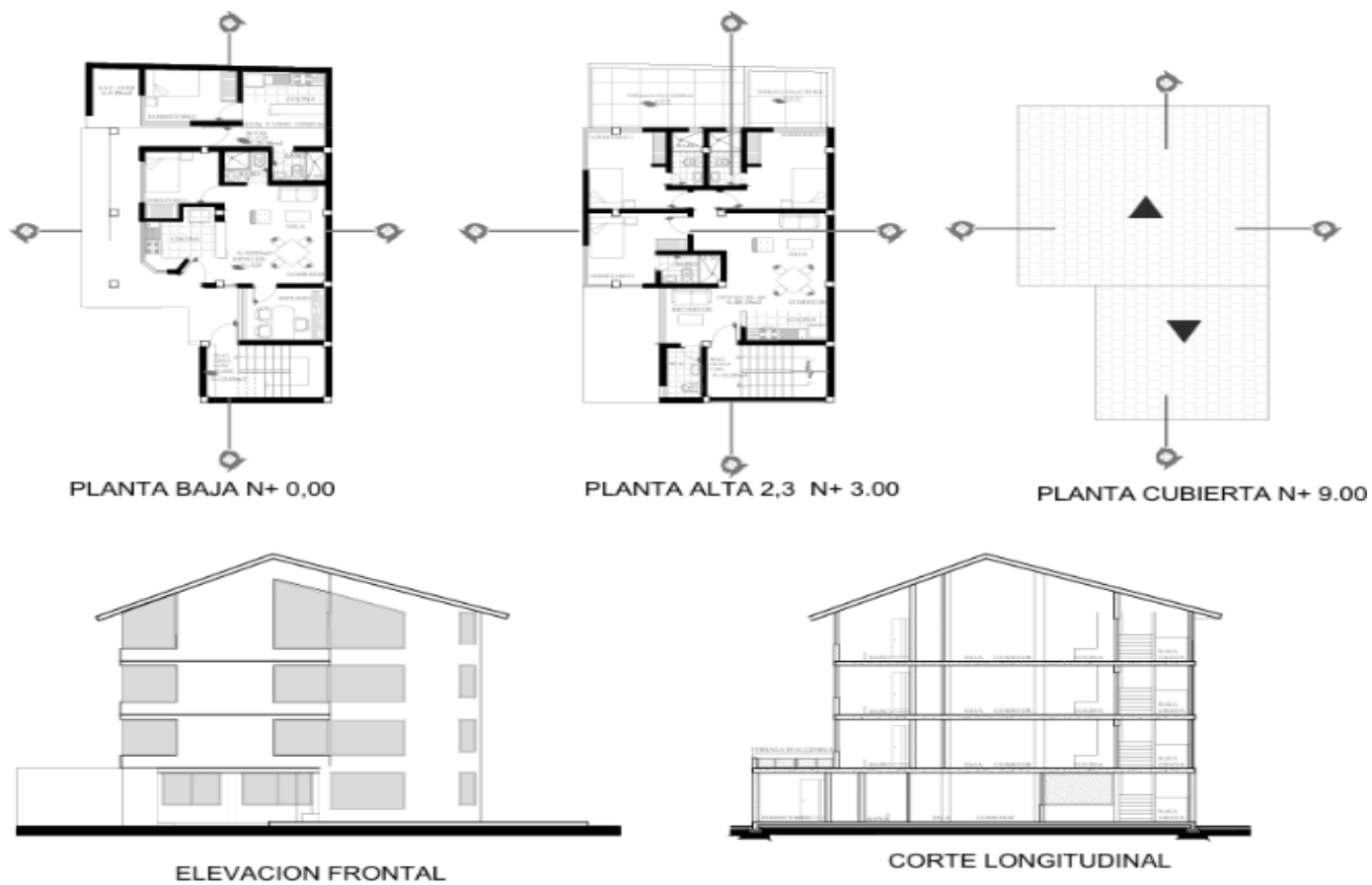
8. **Castillo, R.** (2020). Que son los sensores y cuáles son sus tipos. San Marcos, Costa Rica: LEC ING SIST 0081 2020.
9. **CREATEC4 S.C.A.** (s. f.). Kit de sensores de gas MQ para Arduino. <https://createc3d.com/es/inicio/1288-kit-sensores-de-gas>
10. **DMQ (Distrito Metropolitano de Quito).** (2017). Prefectura de Pichincha, Distrito Metropolitano de Quito. <https://www.pichincha.gob.ec>
11. **García, L.** (2023, abril 25). ¿Qué es un Smart Home? *Pc Componentes*. <https://www.pccomponentes.com/que-es-smarthome>
12. **Ingenierizando.** (2024). Relé (o relevador). Ingenierizando. <https://www.ingenierizando.com/electronica/rele-o-relevador>
13. **INEC (Instituto Nacional de Estadística y Censos).** (2020). Encuesta de condiciones de vida (ECV). <https://www.ecuadorencifras.gob.ec>
14. **J, S.** (2024, marzo 23). Los mejores interruptores inteligentes de 2024: Comparativa & guía de compra. Hogarsys. <https://www.hogarsys.com/interruptores-inteligentes/>
15. **Larrea, M.** (2016). El microcrédito, ¿Es la fuente de financiamiento óptimo para microempresarios del sector agrícola del Valle de Los Chillos, 2013? <https://1library.co/document/eqo55n0y-microcredito-fuente-financiamiento-optima-microempresarios-sector-agricola-chillos.html>
16. **Mendoza Padilla, J. E.** (2020, julio 14). Smart Home: Innovación en el hogar. *Revista Unisimon*. <https://revistas.unisimon.edu.co/index.php/innovacioning/article/view/3771/5143>
17. **Mondejar, R., Quispe, J. P., Rodríguez, J. D., & Atencio, M.** (2020). Evaluación de tecnologías de hardware y software en proyectos de domótica. *Revista Venezolana de Computación y Tecnología*, 13(2), 15-25.

18. **Netatmo.** (s. f.). ¿Qué es un termostato inteligente? Netatmo.
<https://www.netatmo.com/es-es/comfort-guide/smart-thermostat>
19. **Ohms, & Ohms.** (2024, 30 julio). Cómo conectar un Sensor de temperatura LM35 a Arduino - 330ohms. 330ohms. <https://www.330ohms.com/blogs/blog/como-conectar-un-sensor-de-temperatura-lm35-a-arduino#:~:text=El%20sensor%20LM35%20es%20un,sus%20pines%20anal%C3%B3gicos%20de%20entrada.>
20. **Perez, F., Acosta, L., & Rodríguez, A.** (2022). Diseño de un sistema domótico basado en plataformas de hardware libre. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 16(2), 45-55. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-59282022000200047
21. **Rayzeek.** (2024, enero 12). Motion sensors vs presence sensors. Rayzeek.
<https://www.rayzeek.com/es/blog/sensores-de-movimiento-vs-sensores-de-presencia#what-is-a-motion-sensor>
22. **Risteska Stojkoska, B. L., & Trivodaliev, K. V.** (2017). A review of Internet of Things for smart home: Challenges and solutions. *Journal of Cleaner Production*, 140, 1454-1464. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.05.176>
23. **Solutions, E. W.** (2024). ¿Qué son los sensores de humedad y temperatura? MCSsystems. <https://mcsystems.es/en/b/blog/p/sensores-de-humedad-y-temperatura-67>
24. **Urany.** (2024, 20 agosto). Conoce el funcionamiento de los servomotores. <https://urany.net/blog/conoce-el-funcionamiento-de-los-servomotores#:~:text=Un%20servomotor%20es%20un%20actuador,un%20motor%20normal%20no%20tiene.>

ANEXOS

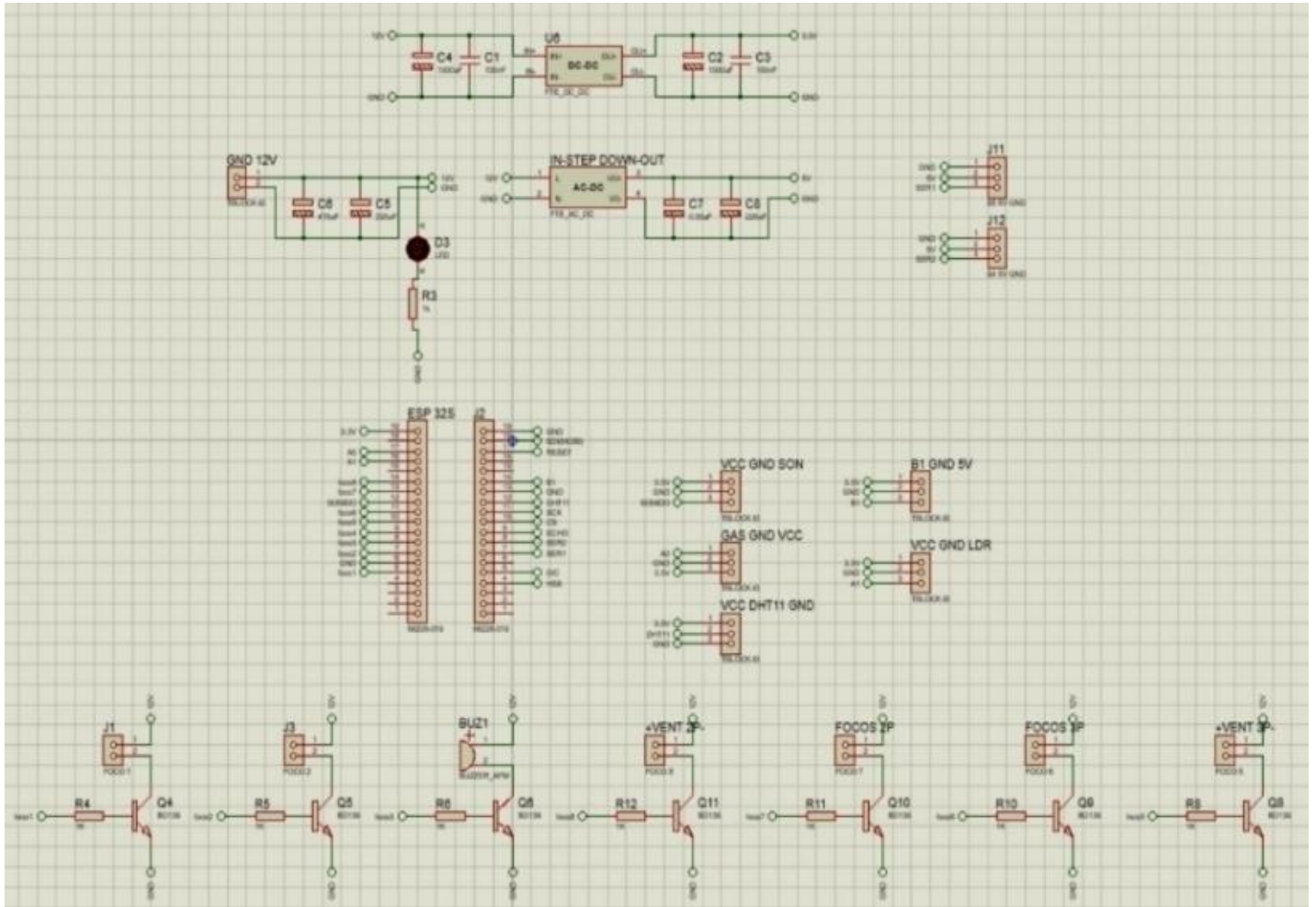
Anexo 1

Planos Arquitectónicos



Anexo 2

Diagrama de distribución eléctrica



Anexo 3

Evidencia Super Maqueta





Anexo 4

Cableado

