

**SISTEMA IOT PARA MONITOREO Y CONTROL DE TEMPERATURA Y
HUMEDAD EN ZONAS DE PRODUCCIÓN Y ALMACENAMIENTO DE LA
FABRICA DE CERVEZA WAJIIRA BEER COMPANY SAS**

**EVER ANTONIO RUIZ HERNÁNDEZ
DARWIN FRANCISCO ZÚÑIGA MUEGUES**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLÓGICAS
ELECTRÓNICA, OPTOELECTRÓNICA Y CIENCIAS COMPUTACIONALES
VALLEDUPAR - CESAR**

2024

**SISTEMA IOT PARA MONITOREO Y CONTROL DE TEMPERATURA Y
HUMEDAD EN ZONAS DE PRODUCCIÓN Y ALMACENAMIENTO DE LA
FABRICA DE CERVEZA WAJIIRA BEER COMPANY SAS**

EVER ANTONIO RUIZ HERNÁNDEZ
eantonioruiz@unicesar.edu.co

DARWIN FRANCISCO ZÚÑIGA MUEGUES
dfranciscozuniga@unicesar.edu.co

LIBRO PRESENTADO AL COMITÉ EVALUADOR DE PROYECTOS DE GRADO

DIRECTOR:
ING. PABLO GUERRA

**UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLÓGICAS
ELECTRÓNICA, OPTOELECTRÓNICA Y CIENCIAS COMPUTACIONALES
VALLEDUPAR - CESAR**

2024

Nota de aceptación:

Firma del director

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Valledupar, septiembre del 2025

DEDICATORIAS

Dedico este logro a Dios, por brindarme la salud y la fortaleza necesarias para persistir y nunca desistir; a mi madre, María de los Reyes Ruiz Hernández, pilar fundamental en mi vida; a mis hermanas, por su apoyo incondicional, y a mis tíos, quienes con su respaldo contribuyeron en el desarrollo de mi formación académica.

Ever Ruiz

El día de hoy, al alcanzar esta meta en mi vida, deseo enaltecer la victoria, inicialmente a DIOS Padre Todopoderoso por inundarme de bendiciones con su eterna misericordia

A mis padres, Francisco Rafael y Delis Mercedes, por concebirme y quienes han sido mis motores que me inspiran con su apoyo en las actividades emprendidas.

A mis hermanas, Luisa, Liseth y Malka, por ser mis motivadoras e impulso idóneo en la experiencia de vida.

Darwin Zúñiga

AGRADECIMIENTO

Primeramente, a DIOS, por darnos sabiduría, entendimiento, salud y voluntad para seguir adelante.

A nuestras familias, quienes con su fuerza de apoyo han sido inspiradoras en el cumplimiento de nuestros sueños y metas.

A la Fábrica de cerveza WAJIIRA BEER COMPANY SAS, sus Directivos y planta de personal, por abrirnos las puertas, confiar y brindarnos la oportunidad de ejecutar este proyecto.

A la Universidad Popular del Cesar y a su pregrado de Ingeniería Electrónica, que nos permitió formarnos como profesionales.

A nuestro director, Ing. Pablo Guerra, por sus excelentes aportes para la consolidación de este proyecto.

A nuestros compañeros de carrera, que, con sus apoyos en las horas de estudio, desveladas y sincera amistad, ¡sí se puede alcanzar!

Ever Ruiz y Darwin Zúñiga

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN.....	11
ABSTRACT.....	12
INTRODUCCIÓN.....	13
1. ANTECEDENTES.....	14
1.1 MONITOR DE TEMPERATURA Y HUMEDAD EN BODEGA DE MEDICAMENTOS.....	14
1.2 EL MONITOREO DE TEMPERATURA Y HUMEDAD RELATIVA EN LOS CUARTOS FRÍOS Y VITRINAS REFRIGERADAS.....	15
1.3 CONTROL DE TEMPERATURA EN PROCESO DE GERMINACIÓN DE LA CEBADA.....	15
1.4 CONTROL DE TEMPERATURA Y HUMEDAD EN MUSEO DE ARTE UNIMINUTO.....	16
2. OBJETIVOS DEL PROYECTO.....	17
2.1 OBJETIVO GENERAL.....	17
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	17
3. MARCO TEÓRICO.....	18
3.1 LA INTERNET DE LAS COSAS (IoT).....	18
3.1.1 Historia del IoT.....	18
3.1.2 Como funciona el IoT.....	18
3.1.3 Componentes fundamentales del IoT.....	19
3.1.4 Seguridad en el IoT.....	20
3.1.5 IoT en la industria.....	20
3.1.6 La cuarta revolución Industrial.....	20
3.2 IMPLEMENTACIÓN DEL IoT CON REGISTROS DE ALMACENAMIENTO EN LA NUBE.....	21
3.3 CONTROL DE VARIABLES EN TIEMPO REAL A TRAVÉS DE INTERNET.....	23
3.4 DESARROLLO DE APLICATIVO MÓVIL EN ANDROID.....	23
3.4.1 Introducción a Android.....	23
3.4.2 Arquitectura de Android.....	24
3.4.3 Entorno de Desarrollo:.....	26
3.4.4 Interfaz de Usuario (UI).....	26
3.4.5 Persistencia de Datos.....	26
3.4.6 Comunicación en Red.....	26
3.4.7 Distribución y Publicación.....	26
3.4.8 Optimización de Rendimiento.....	27
3.5 EXTRACTORES DE AIRE.....	27

3.5.1 Tipos de extractores	27
3.5.2 consideraciones de selección	27
3.5.3 Beneficios de los extractores de Aire	28
3.6 CONDICIONES DE HUMEDAD Y TEMPERATURA EN ZONAS DE PRODUCCIÓN Y ALMACENAMIENTO DE UNA CERVECERÍA.....	29
3.6.1 Control de temperatura y humedad en zonas de almacenamiento	30
3.6.2 Riesgos biológicos y químicos en zona de almacenamiento de materias primas	30
4. METODOLOGÍA Y DISEÑO	32
4.1 DISEÑO GENERAL DEL SISTEMA	32
4.2 DIAGRAMA DE BLOQUES DEL CIRCUITO ELECTRÓNICO.....	32
4.3 DIAGRAMA DE FLUJO DEL FIRMWARE	33
4.4 DISEÑOS ELECTRÓNICO Y PCB	35
4.4.1 Esquemático PCB principal.....	35
4.4.2 Layout PCB principal y periféricos	36
4.4.3 Render PCB de control y periféricos.....	36
4.4.4 Esquemático PCB de power y driver AC.....	37
4.4.5 Layout PCB de power y driver AC. En la	37
4.4.6 Render PCB de control y periféricos.....	38
4.5 DISEÑOS 3D	38
4.6 DISEÑO DE APLICACIÓN MÓVIL	40
4.6.1 Vista de Login	40
4.6.2 Vista de dispositivos disponibles.....	41
4.6.3 Vista para agregar dispositivos	42
4.6.4 Vista de configuración, visualización y control	43
5. ANÁLISIS Y RESULTADOS	45
5.1 ANÁLISIS GENERAL DE RESULTADOS DE FABRICACIÓN Y ENSAMBLE DE PCB DE CONTROL, PERIFÉRICOS Y APLICACIÓN MÓVIL.....	45
5.2 ANÁLISIS RESULTADOS DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA	47
5.3 ANÁLISIS DETALLADO DE PROCESO DE FABRICACIÓN Y ENSAMBLE DE PCB DE CONTROL Y PERIFÉRICOS	49
5.4 ANÁLISIS DETALLADO DE PROCESO DE FABRICACIÓN Y ENSAMBLE DE PCB DE POWER Y DRIVER AC	50
5.5 RESULTADOS DE APLICACIÓN MÓVIL.....	52
6. CONCLUSIONES	60
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	62
8. ANEXOS.....	64

LISTA DE FIGURAS

Pág.

Figura 1. Prototipo en funcionamiento monitor de bodega.	14
Figura 2. Prototipo final monitor de cuartos fríos.	15
Figura 3. Ejemplo de dispositivos IoT	19
Figura 4. Componentes fundamentales del IoT.	19
Figura 5. La cuarta revolución industrial	21
Figura 6. Arquitectura Android.	24
Figura 7. Cuadro de gestión de los peligros por etapa.	31
Figura 8. Esquema general del sistema.....	32
Figura 9. Diagrama de bloques electrónicos del sistema.....	33
Figura 10. Diagrama de flujo del firmware.	34
Figura 11. Esquemático PCB de control y periféricos.....	35
Figura 12. Layout PCB de control y periféricos.....	36
Figura 13. Render PCB de control y periféricos.....	36
Figura 14. Esquemático PCB power y driver AC.	37
Figura 15. Layout PCB power y driver AC.	38
Figura 16. Render PCB power y driver AC	38
Figura 17. Diseño 3D para PCB de control y periféricos.....	39
Figura 18. Diseño 3D Caja protectora PCB power y drive.	39
Figura 19. Render ensamble Caja protectora PCB power y drive.....	40
Figura 20. Vista de Login.	41
Figura 21. Vista de dispositivos disponibles.	42
Figura 22. Vista para agregado de dispositivos.	43
Figura 23. Vista de configuración, visualización y control.....	44
Figura 24. Resultado final del sistema	45
Figura 25. Segmento de firmware en IDE de programación	47
Figura 26. Datos y gráficos de prueba de funcionamiento	48
Figura 27. PCB de control y periféricos.	49
Figura 28. Ensamble electrónico PCB de control y periféricos.	49
Figura 29. Impreso 3D y ensamble final para PCB de control y periféricos	50
Figura 30 PCB power y driver AC.	50
Figura 31. Ensamble electrónico de PCB power y driver AC.....	51
Figura 32. Impresos 3D para PCB de power y driver AC.....	51
Figura 33. Ensamble final de PCB de power y driver AC.....	51
Figura 34. Icono de la aplicación.	52
Figura 35 Login de la aplicación.	53
Figura 36 Menú principal.	54
Figura 37. Opción eliminar dispositivo.	55
Figura 38. Opción agregar dispositivo.	56
Figura 39 Estado de dispositivo, gráfico de temperatura.....	57
Figura 40 Estado de dispositivo, gráfico de humedad.	58
Figura 41 Opción generar reporte.....	58

Figura 42 Formato de archivo generado ".csv"59

LISTA DE ABREVIATURAS

AC: Corriente alterna

APP: Aplicación de software (Application)

CSV: Valores separados por comas (Comma Separated Values)

IoT: Internet de las Cosas (Internet of Things)

LED: Diodo emisor de luz (Light Emitting Diode)

NIT: Número de Identificación Tributaria

PCB: Placa de circuito impreso (Printed Circuit Board)

Wi-Fi: Redes de área local inalámbricas (Wireless Fidelity)

RESUMEN

Este trabajo presenta el desarrollo de un sistema de monitoreo y control de temperatura y humedad para la fábrica de cerveza Wajiira Beer Company SAS. Este sistema, basado en el sensor DTH22 y dispositivos que facilitan la conexión a internet, permite la supervisión remota de las condiciones ambientales críticas para garantizar la calidad del producto cervecero. El control de temperatura y humedad es esencial, ya que la fluctuación en estos parámetros puede afectar la fermentación, almacenamiento y calidad final de la cerveza.

El sistema incluye una aplicación móvil que facilita la visualización de los datos en tiempo real, la configuración de parámetros de referencia y la activación remota de los extractores de aire, contribuyendo al control automático y a la optimización del consumo energético. Así mismo, el sistema permite almacenar registros históricos en la nube, lo que proporciona un acceso fácil y seguro para la generación de reportes y análisis. La implementación de esta tecnología mejora la eficiencia operativa y reduce el riesgo de errores humanos en el proceso de monitoreo.

El proyecto también abarca la creación de una infraestructura de comunicación y almacenamiento en la nube, así como el diseño y fabricación de circuitos electrónicos para los dispositivos de monitoreo y control. A lo largo del trabajo se detallan las etapas de diseño, desarrollo y prueba, incluyendo la elaboración de manuales de usuario para garantizar el uso adecuado del sistema.

Palabras claves: IoT, Control, Aplicación Móvil.

ABSTRACT

This work presents the development of a temperature and humidity monitoring and control system for the Wajiira Beer Company SAS brewery. The system, based on the DHT22 sensor and devices that enable internet connectivity, allows remote supervision of critical environmental conditions to ensure the quality of the beer product. Temperature and humidity control are essential, as fluctuations in these parameters can affect fermentation, storage, and the final quality of the beer.

The system includes a mobile application that facilitates real-time data visualization, the configuration of reference parameters, and the remote activation of air extractors, contributing to automatic control and the optimization of energy consumption. In addition, the system allows historical records to be stored in the cloud, providing secure and easy access for report generation and analysis. The implementation of this technology improves operational efficiency and reduces the risk of human error in the monitoring process.

The project also encompasses the creation of a cloud-based communication and storage infrastructure, as well as the design and manufacturing of electronic circuits for the monitoring and control devices. Throughout the work, the design, development, and testing stages are detailed, including the preparation of user manuals to ensure proper system operation.

Key words: IoT, Control, Mobile Application.

INTRODUCCIÓN

En la búsqueda constante de la excelencia en la producción cervecera, la industria se encuentra inmersa en una transformación significativa impulsada por la automatización. Uno de los aspectos cruciales de este cambio radica en el control riguroso de la temperatura y la humedad en las áreas de producción y almacenamiento. Estos parámetros, una vez gestionados de manera manual o semiautomática, ahora están siendo dominados por soluciones avanzadas de automatización respaldadas por tecnología de vanguardia

El control de temperatura y humedad es esencial para garantizar la calidad constante del producto cervecero. Cualquier fluctuación en estos factores ambientales puede afectar la fermentación, el almacenamiento y, en última instancia, el sabor y la calidad de la cerveza. Históricamente, los operadores debían realizar un seguimiento constante y ajustes manuales para mantener estas condiciones bajo control. Sin embargo, este enfoque estaba sujeto a errores humanos y limitaciones en la capacidad de respuesta en tiempo real.

Con la llegada de sistemas de automatización avanzados basados en el Internet de las cosas (IoT), la industria cervecera ha experimentado una revolución en la forma en que aborda el control ambiental. Sensores de última generación, dispositivos de monitoreo en tiempo real y sistemas de control automatizado ahora se integran en un sistema completo que garantiza que la temperatura y la humedad se mantengan dentro de los rangos precisos, sin intervención humana constante.

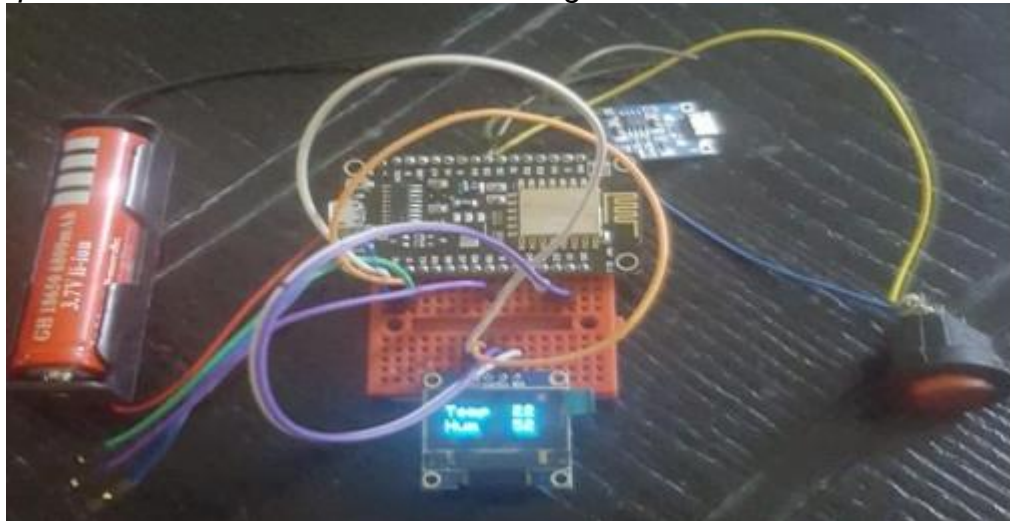
Con la finalidad de aportar a estos procesos de calidad se desarrollara este proyecto que consiste en el desarrollo de un dispositivo IoT que permite monitorear y controlar de manera automática las variables de temperatura y humedad en zonas de producción y almacenamiento para la fábrica de cerveza Wajiira Beer Company SAS, el proyecto incluye el desarrollo de una aplicación móvil Android para gestionar los parámetros de configuración del dispositivo, permitir la posibilidad de generar reportes históricos de las variables de estudio en formato .csv, generar graficas para facilitar análisis rápidos de las condiciones ambientales dentro de las zonas de estudio en la fábrica, además de activar o desactivar los actuadores desde lugares remotos conectados a internet.

1. ANTECEDENTES

1.1 MONITOR DE TEMPERATURA Y HUMEDAD EN BODEGA DE MEDICAMENTOS

En el año 2022, en Ecuador se desarrolló el proyecto “*Deterioro en la calidad de medicamento y su incidencia control de temperatura y humedad en bodegas, diseño de prototipo de mapeo y alertas en tiempo real*” por J. M. Pincay Anastasio, el proyecto está enfocado en el desarrollo de una herramienta de apoyo al ARCSA (agencia nacional de regulación, control y vigilancia sanitaria), para validar el cumplimiento de una de las funciones, como lo es, la responsabilidad de supervisar el correcto almacenamiento de los insumos médicos teniendo en cuenta la temperatura y humedad con la finalidad de proporcionar medicamentos de calidad. El proceso de almacenaje de los insumos médicos en las bodegas de cuarentena debe considerar varios procesos de análisis que permitan contribuir a aumentar la calidad de vida del insumo, para que sea una medicina de calidad para los pacientes [1], con esto como punto de partida estudiantes universitario diseñan y construyen un prototipo de control y monitoreo de humedad y temperatura para las bodegas de medicamentos, en la Figura 1 se presenta el prototipó de la solución diseñada por los estudiantes.

Figura 1.
Prototipo en funcionamiento monitor de bodega.



Tomado de [1]

1.2 EL MONITOREO DE TEMPERATURA Y HUMEDAD RELATIVA EN LOS CUARTOS FRÍOS Y VITRINAS REFRIGERADAS

Bisbicuth Medina, S, Quevedo Álvarez, J y Marmolejo Villamizar, C. (2021). *Desarrollo de un sistema IoT para el monitoreo de temperatura y humedad relativa en los cuartos fríos y vitrinas refrigeradas para la empresa Panadería - Pastelería la Leal - Palmira. Institución Universitaria Antonio José Camacho*. El proyecto integra un análisis detallado del comportamiento de los sistemas de refrigeración, módulos de fallas y calidad del producto almacenado en los cuartos fríos y vitrinas refrigeradas de la empresa Panadería y Pastelería la Leal; posteriormente se evalúan las variables que intervienen en la calidad de los productos almacenados a bajas temperaturas, para determinar una solución donde el objetivo principal es implementar un sistema compuesto por un hardware capaz de monitorear las 24 horas la temperatura y humedad relativa dentro del sistema de enfriamiento y mediante el software que tendrá la capacidad de captar dichos datos, almacenarlos, transmitirlos a la red y mediante una interfaz que tenga la capacidad de graficar los datos en tiempo real, proporcionar alarmas y disparos automáticos de las unidades de enfriamiento. Todo esto se logra mediante sistemas IoT (internet de las cosas), implementación de sistemas embebidos y protocolos MQTT que permite enviar datos hacia un servidor web [2], en **Figura 2** se presenta el resultado del prototipo final.

Figura 2.
Prototipo final monitor de cuartos fríos.



Tomado de [2]

1.3 CONTROL DE TEMPERATURA EN PROCESO DE GERMINACIÓN DE LA CEBADA

En el año 2018, en Perú se ejecutó el proyecto “*Diseño del controlador PI para regular la temperatura en un proceso de germinación de la cebada*” a cargo de B. J. Arce Sáenz, C. F. Inca Tito, M. A. Ore Rivera. Este proyecto se enfoca en el diseño de un controlador PI que mediante un análisis de las variables de temperatura

permitan obtener malta de alta. Las condiciones determinantes para que la misma se lleve a cabo son: aporte suficiente de agua, oxígeno, y temperatura apropiada, durando aproximadamente entre 4 a 6 días. Cada especie prefiere para germinar una temperatura determinada; en general, las condiciones extremas de frío o calor no favorecen la germinación, normalmente la temperatura adecuada es entre 15 y 20°C [3].

Conociendo la información de las condiciones fisicoquímicas óptimas para un correcto procesamiento de la cebada en la etapa de germinación se plantea el diseño de un controlador PI para regular la temperatura durante esta etapa.

1.4 CONTROL DE TEMPERATURA Y HUMEDAD EN MUSEO DE ARTE UNIMINUTO

H. Rojas López, (2016). *Diseño e implementación sistema registro humedad y temperatura para conservación preventiva de obras museo de arte contemporáneo*, el cual realiza la sistematización de información por medio de la captura o recolección de datos asociados a los registros de Humedad Relativa y Temperatura, a través de la implementación de un sistema electrónico basado en Arduino. Con el propósito de establecer estrategias, métodos y recomendaciones para el cuidado y preservación de las obras del Museo de Arte Contemporáneo perteneciente a la Corporación Universitaria Minuto de Dios [4]. Este proyecto recolecta datos de temperatura y humedad, almacenando de manera local en una memoria microSD.

2. OBJETIVOS DEL PROYECTO

2.1 OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un sistema IoT para monitoreo y control de temperatura y humedad en zonas de producción y almacenamiento de materia prima de la fábrica de cerveza Wajiira Beer Company SAS

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diseñar un sistema de monitoreo de temperatura y humedad con registros históricos en servidores remotos accesibles a través de internet.
- Desarrollar el sistema de control automático para encendido y apagado de extractores existente en la empresa.
- Desarrollar una aplicación móvil Android que permita acceder a los registros históricos almacenados en la nube, generar gráficas, reportes en formato .csv y configurar niveles de referencia de temperatura y humedad para encendido y apagado de extractores existente en la empresa.
- Elaborar un manual de usuario para uso adecuado de los dispositivos y la aplicación móvil.

3. MARCO TEÓRICO

3.1 LA INTERNET DE LAS COSAS (IoT)

La Internet de las cosas (IoT) describe la red de objetos físicos ("cosas") que llevan incorporados sensores, software y otras tecnologías con el fin de conectarse e intercambiar datos con otros dispositivos y sistemas a través de Internet. Estos dispositivos van desde objetos domésticos comunes hasta herramientas industriales sofisticadas[5].

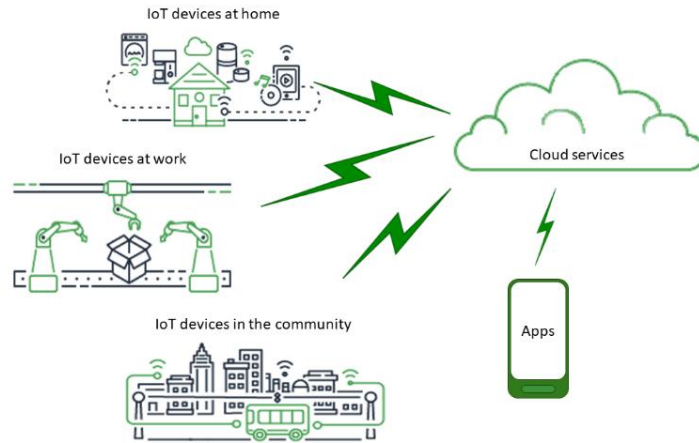
3.1.1 Historia del IoT. En 1999, el pionero tecnológico británico Kevin Ashton, cofundador del Laboratorio Auto-ID del MIT, inventó el término " Internet de las cosas "para describir un sistema en el que Internet está conectado al mundo físico a través de sensores ubicuos [6]; la historia del IoT ha tomado fuerza en los últimos años y hay un amplio seguimiento a principios de la década 2000. La idea de IoT de Ashton estaba centrada en el uso de la identificación por radiofrecuencia (RFID) con el fin de interconectar dispositivos entre sí. Por supuesto, el concepto de Ashton de un IoT basado en RFID no era sorprendente en ese momento. En 1999, las redes inalámbricas tal como las conocemos hoy todavía estaban en su infancia y las redes celulares aún no habían cambiado a una configuración totalmente basada en una dirección IP[7].

3.1.2 Como funciona el IoT. Un sistema común de IoT funciona mediante la recopilación y el intercambio de datos en tiempo real. Un sistema del IoT tiene tres componentes[8]:

- Dispositivos inteligentes: Se trata de dispositivos, como un televisor, una cámara de seguridad o un equipo de ejercicio, a los que se les dotó de capacidades de computación. Recopila datos de su entorno, de las entradas de los usuarios o de los patrones de uso y comunica los datos a través de Internet hacia y desde su aplicación de IoT.
- Aplicación de IoT: Una aplicación de IoT es un conjunto de servicios y software que integra los datos recibidos de varios dispositivos de IoT. Utiliza tecnología de machine learning o inteligencia artificial (IA) para analizar estos datos y tomar decisiones informadas. Estas decisiones se comunican al dispositivo de IoT y este responde de forma inteligente a las entradas.
- Una interfaz de usuario gráfica: El dispositivo de IoT o la flota de dispositivos pueden administrarse a través de una interfaz de usuario gráfica. Algunos ejemplos comunes son una aplicación móvil o un sitio web que pueden utilizarse para registrar y controlar dispositivos inteligentes.

En la **Figura 3** se presenta se presenta un ejemplo de la interconexión de los componentes del sistema IoT.

Figura 3.
Ejemplo de dispositivos IoT

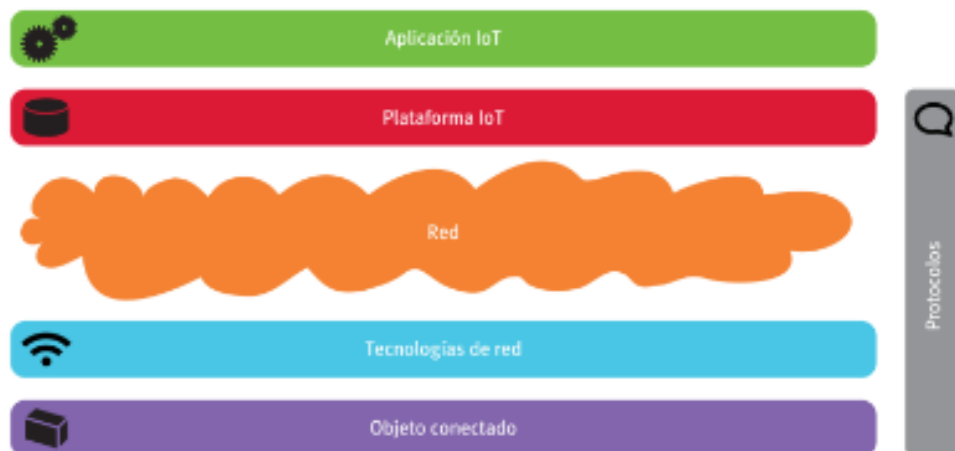


Tomado de [8]

3.1.3 Componentes fundamentales del IoT. Haciendo un seguimiento del mercado y de las iniciativas relativas al IOT, se puede estructurar para su estudio dentro de los siguientes componentes (ver **Figura 4**) o áreas fundamentales[9]:

- Objetos conectados.
- Tecnologías de red.
- Protocolos de comunicación.
- Plataforma IOT, para el tratamiento inteligente de datos (puede ser Big Data o Small Data),
- Aplicaciones de usuario.

Figura 4. Componentes fundamentales del IoT.



Tomado de [9]

3.1.4 Seguridad en el IoT. La administración de la seguridad es un obstáculo con los que podría chocar el crecimiento de IoT. En primera instancia se siguen los principios de seguridad utilizados en la informática empresarial, lo cual puede ayudar a eliminar ese obstáculo. Con lo cual, en conjunto, las siguientes medidas aumentarían significativamente la seguridad para Internet de las cosas[10]:

- Mecanismos de seguridad de extremo a extremo
- Los datos cifrados de extremo a extremo
- Acceso y control de autorizaciones
- Actividad de auditoría
- Infraestructura de nube endurecida
- Igual protección a través de múltiples protocolos

3.1.5 IoT en la industria. El implementar tecnologías de la información en las fábricas e industrias abrió las puertas a un nuevo modelo de organización, a esto se le conoce como industria 4.0.

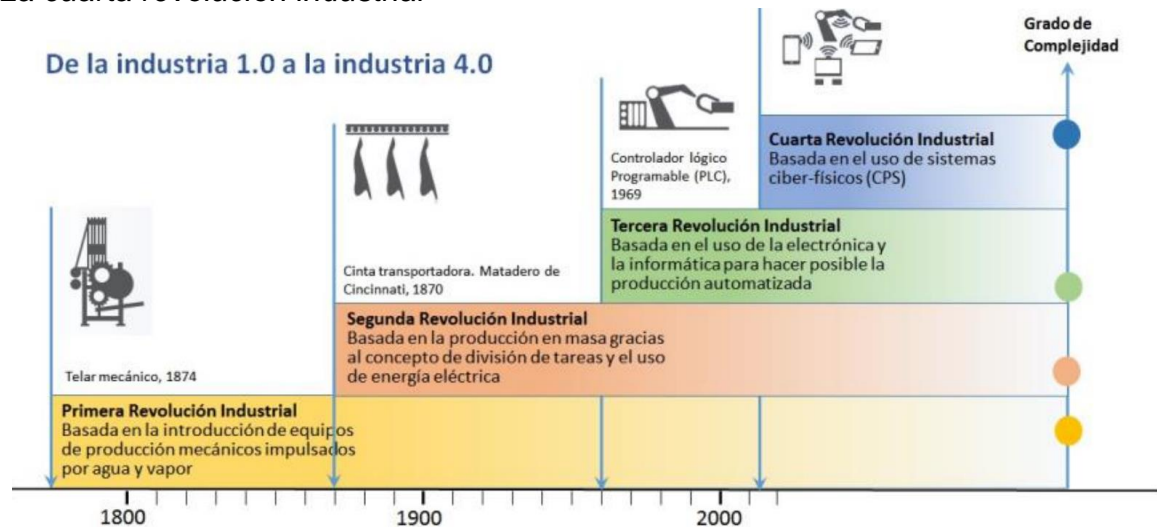
El término industria 4.0 se utiliza de manera generalizada en Europa, si bien se acuñó en Alemania. También es habitual referirse a este concepto con términos como "Fábrica Inteligente" o "Internet industrial". En definitiva, se trata de la aplicación a la industria del modelo "Internet de las cosas" (IoT). Todos estos términos tienen en común el reconocimiento de que los procesos de fabricación se encuentran en un proceso de transformación digital, una "revolución industrial" producida por el avance de las tecnologías de la información y, particularmente, de la informática y el software[11].

3.1.6 La cuarta revolución Industrial. En la primera Revolución Industrial, entre los siglos XVIII y XIX, se mecanizaron los procesos de producción, transformando la economía agraria y artesanal en otra liderada por la industria. La segunda transición, en el siglo XX, trajo la producción en serie, con la aparición de fábricas y líneas de montaje que permitieron fabricar productos para el gran consumo.

El final del Siglo XX trae una nueva transformación. El despliegue de la electrónica y la informática en los procesos industriales permitió automatizar las líneas de producción y que las máquinas reemplazaran a las personas en tareas repetitivas. Dos décadas de vertiginosos avances en la tecnología de Internet han producido un impacto radical en la economía y en la sociedad.

La convergencia de las tecnologías de la información con la sensórica y la robótica están transformando la internet tradicional (información y personas) en internet de las cosas (IoT). Y este nuevo escenario aplicado a la industria ha producido un impacto disruptivo en ésta, abriendo un escenario de enormes oportunidades basado en el aprovechamiento de la informática[11], en la **Figura 5** se presenta como ha evolucionado la industria según el nivel tecnológico hasta nuestros días.

Figura 5.
La cuarta revolución industrial



Tomado de [11]

3.2 IMPLEMENTACIÓN DEL IoT CON REGISTROS DE ALMACENAMIENTO EN LA NUBE

El proceso de implementar IoT y mantener un registro de datos en la nube requiere de una serie de elementos y pasos que involucra la recopilación, el envío y el almacenamiento de datos generados por dispositivos IoT en servidores remotos en la nube. A continuación, se presenta una descripción general de cómo se realiza esta implementación:

- **Dispositivos IoT:** En primer lugar, necesitas dispositivos IoT que estén equipados con sensores y capacidades de conectividad para recopilar datos. Estos dispositivos pueden ser sensores de temperatura, humedad, presión, movimiento, etc. También pueden incluir microcontroladores o microprocesadores que procesen datos y se comuniquen con la nube.
- **Conectividad IoT:** Los dispositivos IoT deben estar conectados a Internet. Pueden utilizar diversas tecnologías de conectividad, como Wi-Fi, Bluetooth, Zigbee, LoRa, redes celulares o incluso redes de área amplia como NB-IoT o LTE-M, dependiendo de los requisitos de alcance y consumo de energía.
- **Recopilación de Datos:** Los dispositivos IoT recopilan datos de los sensores incorporados. Estos datos pueden incluir mediciones de temperatura, humedad u otros parámetros que sean relevantes para tu aplicación específica.

- **Procesamiento Local (Opcional):** En algunos casos, es útil realizar un procesamiento inicial de los datos en los dispositivos IoT antes de enviarlos a la nube. Esto puede incluir el filtrado de datos innecesarios o la agregación de valores.
- **Protocolos de Comunicación:** Los dispositivos IoT deben utilizar protocolos de comunicación estándar para enviar datos a la nube. Algunos ejemplos comunes incluyen MQTT, HTTP, CoAP o WebSockets.
- **Nube:** En la nube, se configura un servidor o plataforma que recibirá y almacenará los datos enviados por los dispositivos IoT. Puedes utilizar servicios de nube pública como Amazon Web Services (AWS), Microsoft Azure, Google Cloud Platform (GCP) o plataformas IoT especializadas como AWS IoT, Azure IoT o Google Cloud IoT Core.
- **Registro de Datos en la Nube:** Los datos recibidos de los dispositivos IoT se registran en bases de datos en la nube. Estos registros pueden ser bases de datos relacionales, bases de datos NoSQL, sistemas de almacenamiento de series temporales u otros, dependiendo de la naturaleza de los datos y las necesidades de tu aplicación.
- **Almacenamiento Seguro:** Es esencial garantizar que los datos se almacenan de manera segura en la nube, con medidas adecuadas de cifrado y autenticación para proteger la integridad y la privacidad de los datos.
- **Análisis y Visualización:** Una vez que los datos se almacenan en la nube, puedes realizar análisis avanzados y generar visualizaciones para obtener información valiosa. Puedes utilizar herramientas de análisis de datos y paneles de control para este propósito.
- **Acceso Remoto:** Los usuarios autorizados pueden acceder a los datos y las visualizaciones desde cualquier lugar a través de una interfaz web o una aplicación móvil, lo que les permite tomar decisiones informadas en tiempo real.
- **Escalabilidad y Mantenimiento:** La infraestructura en la nube debe ser escalable para manejar un crecimiento en la cantidad de dispositivos y datos. Además, se debe realizar un mantenimiento regular para garantizar que todo funcione correctamente.
- **Seguridad:** La seguridad es fundamental en la implementación del IoT en la nube. Debes aplicar prácticas sólidas de seguridad de la información, incluyendo la autenticación, autorización y auditoría de acceso a los datos.
- **Cumplimiento Normativo:** Asegúrate de cumplir con las regulaciones y estándares de seguridad y privacidad de datos que sean aplicables a tu industria y ubicación geográfica.

3.3 CONTROL DE VARIABLES EN TIEMPO REAL A TRAVÉS DE INTERNET.

Uno de los protocolos de comunicación más usado para comunicación en tiempo real es el webSocket a continuación, se describe algunas de sus características:

- **Comunicación Bidireccional:** WebSocket permite que tanto el cliente como el servidor envíen datos de manera simultánea y bidireccional. Esto es fundamental para escenarios en los que los dispositivos IoT necesitan enviar y recibir datos en tiempo real, como la monitorización y el control.
- **Latencia Baja:** WebSocket minimiza la latencia en la comunicación, lo que es esencial en aplicaciones IoT en las que la respuesta rápida es crítica, como el control de dispositivos o la transmisión de datos de sensores en tiempo real.
- **Eficiencia:** En comparación con el enfoque de solicitud-respuesta de HTTP, WebSocket reduce la sobrecarga de comunicación al evitar la necesidad de realizar una nueva conexión para cada solicitud.
- **Soporte para Escalabilidad:** WebSocket es escalable y puede manejar múltiples conexiones simultáneas, lo que lo hace adecuado para aplicaciones IoT que pueden involucrar grandes cantidades de dispositivos conectados.
- **Seguridad:** WebSocket puede implementarse de manera segura a través de conexiones seguras (WebSocket Secure, WSS) utilizando cifrado TLS/SSL para proteger la confidencialidad y la integridad de los datos transmitidos.

3.4 DESARROLLÓ DE APLICATIVO MÓVIL EN ANDROID

Para el desarrollo de aplicaciones en Android se requiere tener algunos conocimientos previos, a continuación, se presenta introducción, conceptos y pasos en el desarrollo de la APP.

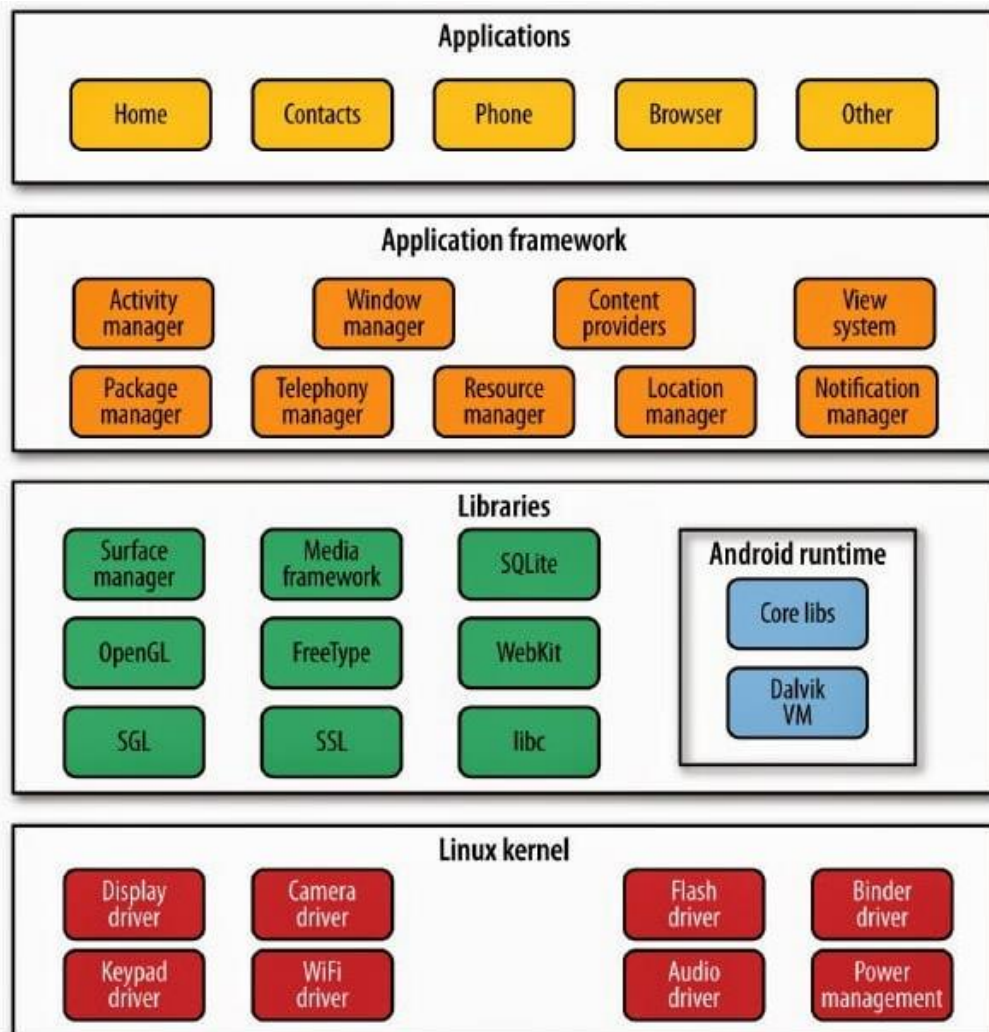
3.4.1 Introducción a Android: Fue desarrollado por Android Inc., empresa que en 2005 fue comprada por Google, aunque no fue hasta 2008 cuando se popularizó, gracias a la unión al proyecto de Open Handset Alliance, un consorcio formado por 48 empresas de desarrollo hardware, software y telecomunicaciones, que decidieron promocionar el software libre. Pero ha sido Google quien ha publicado la mayor parte del código fuente del sistema operativo, gracias al software Apache, que es una fundación que da soporte a proyectos software de código abierto.

Dado que Android está basado en el núcleo de Linux, tiene acceso a sus recursos, pudiendo gestionarlo, gracias a que se encuentra en una capa por encima del Kernel, accediendo así a recursos como los controladores de pantalla, cámara, memoria flash, entre otros[12].

3.4.2 Arquitectura de Android: Android está construido con una arquitectura de 4 capas o niveles relacionados entre sí. En la **Figura 6**, veremos un diagrama ilustrativo.

El diagrama indica que la estructura de Android se encuentra construida sobre el Kernel de Linux. Luego hay una capa de Librerías relacionadas con una estructura administradora en Tiempo de ejecución. En el siguiente nivel encontramos un Framework de apoyo para construcción de aplicaciones y posteriormente vemos a la capa de Aplicaciones[13].

Figura 6.
Arquitectura Android.



Tomado de [13]

Kernel de Linux: Android está construido sobre el núcleo de Linux, pero se ha modificado dramáticamente para adaptarse a dispositivos móviles. Esta elección

está basada en la excelente portabilidad, flexibilidad y seguridad que Linux presenta. Recuerda que el Kernel de Linux está bajo la licencia GPL, así que en consecuencia Android también.

Capa de Librerías o capa nativa: En esta capa se encuentran partes como la HAL, librerías nativas, demonios, las herramientas de consola y manejadores en tiempo de ejecución. Veamos un poco el propósito de estos conceptos:

- **Hardware Abstraction Layer (HAL):** Este componente es aquel que permite la independencia del hardware. Quiere decir que Android está construido para ejecutarse en cualquier dispositivo móvil sin importar su arquitectura física. El HAL actúa como una arquitectura genérica que representa a todos los posibles tipos de hardware existentes en el mercado. Aunque por el momento no hay estándares de construcción en el hardware de dispositivos móviles, el HAL permite que cada fabricante ajuste sus preferencias para que Android sea funcional sobre su tecnología.
- **Librerías nativas:** Aquí encontramos interfaces de código abierto como OpenGL para el renderizado de gráficos 3D, SQLite para la gestión de bases de datos, WebKit para el renderizado de los browsers, etc. También librerías para soportar los servicios del sistema como Wifi, posicionamiento, telefonía, y muchos más.
- **Demonios (Daemons):** Los demonios son códigos que se ejecutan para ayudar a un servicio del sistema. Por ejemplo, cuando se requiere instalar o actualizar una aplicación, el demonio de instalación "installd" es ejecutado para administrar todo el proceso. O cuando los desarrolladores vamos a ejecutar en modo de depuración nuestro teléfono desde un PC, se ejecuta un demonio llamado adbd(Android Debug Bridge Daemon) para auxiliar a dicho proceso.
- **Consola:** Al igual que otros sistemas operativos, Android permite que empleemos comandos de línea para la ejecución de procesos del sistema o explorar el sistema operativo.
- **Manejadores en tiempo de ejecución:** Si bien las aplicaciones Android están escritas en lenguaje Java y son traducidas a bytecodes, estas no son interpretadas por la máquina virtual de Java. Android tiene su propia máquina virtual interpretadora de bytecodes llamada Dalvik. Esta herramienta fue diseñada para ser flexible ante el diseño de hardware de un dispositivo móvil. Además, JVM no es de licencia GPL, así que Google decidió generar su propia herramienta.

Framework para aplicaciones: Esta es la capa que nos interesa a los desarrolladores, ya que en ella están todas las librerías Java que necesitan para programar las aplicaciones. Los paquetes con más preponderancia son los android, en ellos se alojan todas las características necesarias para construir una aplicación Android.

No obstante es posible acceder a clases como `java.util`, `java.net`, etc. Aunque hay librerías Java excluidas como la `java.awt` y `java.swing`.

En esta capa también se encuentran manejadores, servicios y proveedores de contenido que soportaran la comunicación de la aplicación con el ecosistema de Android.

Capa de aplicaciones: Es la última instancia de funcionamiento de Android. Se centra en la ejecución, comunicación y estabilidad de las aplicaciones preinstaladas por el fabricante o las que el desarrollador va a construir. A ella acceden todos los usuarios Android debido a su alto nivel de compresión y simplicidad.

3.4.3 Entorno de Desarrollo: Algunas de las herramientas y entornos de desarrollo recomendados para crear aplicaciones Android, como Android Studio, el SDK de Android y el lenguaje de programación Java o Kotlin, además se encuentran frameworks como Flutter que implementan el lenguaje Dart.

3.4.4 Interfaz de Usuario (UI): El desarrollo de la interfaz de usuario requiere de conocimiento de modelado de la APP, como organizar la o las pantallas y como estas implementan botones, vistas, menús, cuadro de textos entre otras para el desarrollo de la misma; en esta etapa también se analizan aspectos como diseño adaptable (*responsive design*) para asegurarse de que la aplicación funcione bien en una variedad de dispositivos y tamaños de pantalla.

3.4.5 Persistencia de Datos: Explorar diferentes métodos para almacenar y gestionar datos en una aplicación Android, es de gran importancia; una aplicación basada en el modelo de datos, facilita el desarrollo y la escalabilidad; además de explorar formas de almacenamiento como bases de datos SQLite, preferencias compartidas y almacenamiento en la nube; analizando y reconociendo que almacenamiento implementar según los requerimientos del sistema o aplicativo móvil permite mejorar las prácticas para la gestión de datos y la seguridad de la información del usuario.

3.4.6 Comunicación en Red: El desarrollo de aplicaciones móviles que permiten comunicarse con servicios web y servidores externos utilizando HTTP, JSON u otros protocolos, es cada vez más sencillo, gracias a bibliotecas desarrolladas por la comunidad o empresas de desarrollo, introducir estas bibliotecas y herramientas ayudan a simplificar la comunicación en red.

3.4.7 Distribución y Publicación: Existen diversas formas de compartir la APP desarrollada, entre las cuales encontramos publicar una aplicación Android en Google Play Store, incluyendo la creación de un archivo APK, la configuración de listados de aplicaciones y la gestión de actualizaciones o se puede compartir por medio de la distribución directa del APK.

3.4.8 Optimización de Rendimiento: Los procesos de optimización de recursos y rendimientos van enfocados en un análisis constante de cómo mejorar el rendimiento de la aplicación Android, incluyendo la optimización de la velocidad de carga, el uso eficiente de recursos y la gestión de la memoria.

3.5 EXTRACTORES DE AIRE

Los extractores de aire son mecanismos que permiten aspirar una porción de aire acumulado y sustituirlo por otra porción de aire limpio o renovado que aporte mayor pureza y sensación de confort en el ambiente. Los extractores ayudan a mantener la temperatura adecuada, eliminar el exceso de humedad y mantener el aire limpio. Por tanto, son uno de los aparatos mecánicos más importantes en el funcionamiento de todo tipo de maquinaria industrial o sistemas de climatización en general [14]. Es posible encontrar extractores de aire en garajes o parkings, naves industriales, viviendas, transportes, procesos industriales, aplicaciones especiales, etc.

3.5.1 Tipos de extractores. De acuerdo a su funcionalidad se clasifican de la siguiente manera [15]:

- **Extractor de aire axial:** Es un dispositivo que tiene sus aspas alrededor del motor por lo que es capaz de mover grandes cantidades de aire. Sin embargo, con relación a la presión es poco efectivo, ya que el flujo reducirá el rendimiento de la extracción. En la mayoría de los casos es utilizado para regular la humedad.
- **Extractor de aire centrífugo:** Cuenta con las condiciones necesarias para generar la presión de aire y tiene aguante ante las pérdidas de cargas producidas por los filtros. Su utilidad es común en las industrias para eliminar vapores y humos. Estos tipos de extractores tienen subdivisiones, entre las cuales hay modelos con propiedades para uso doméstico.
- **Extractor de aire mixto:** Es la combinación de los dos modelos anteriores. Su principal característica es que el flujo del aire es más óptimo durante su transitar por el aspa. Puede ser implementado en viviendas, edificaciones y complejos industriales

3.5.2 consideraciones de selección. Para elegir el a extractor de aire se deben tener en cuenta algunas consideraciones como las presentadas a continuación [16]:

- El elemento principal por considerar es la capacidad de extracción, pues debe ser suficiente para compensar la pérdida de presión del aire (menos capacidad de aire) de una instalación, ya que de esta manera será posible determinar el gasto de energía del ventilador. Para calcularla es necesario conocer la longitud de conducción, el diámetro hidráulico, la velocidad y

densidad del aire, y el coeficiente de frotamiento, tanto de la rugosidad de las paredes como de las dimensiones.

- Máximo volumen de aire aspirado. La capacidad de aspiración del extractor debe ser proporcional al tamaño del lugar. Para habitaciones de hasta 30 m³ (12 m² x 2.5 metros de altura) bastará una capacidad de extracción de 75 m³/h (en poco más de 20 minutos estaría renovado todo el aire de la estancia)
- Nivel sonoro. Hay que considerar que el aparato no sea demasiado ruidoso. Un nivel sonoro de 40 decibeles o menor es adecuado. Los soportes anti vibratorios en el motor evitarán la generación de ruido y vibraciones imprevistas. Otro sistema que ayuda a evitar las turbulencias y reducir el nivel sonoro son los difusores
- Consumo energético. Al tratarse de dispositivos pequeños su consumo no es muy elevado; para los modelos de cocina y baño pequeños suelen rondar los 30 W. No obstante, siempre es bueno considerar este factor para no superar los límites de consumo establecidos en la tarifa eléctrica
- Diámetro de salida del tubo de salida del extractor. Las medidas más comunes oscilan entre los 100 y 110 milímetros. Si se sustituirá uno existente o si se colocará en una rejilla de ventilación existente, habrá que comprobar que el diámetro del extractor sea el adecuado
- Grado de protección IP. Es necesario que el extractor de aire sea resistente al agua, ya que se colocará en una estancia húmeda. El grado de protección IP debe ser mínimo IPx4 para que soporte salpicaduras de agua

3.5.3 Beneficios de los extractores de Aire. A continuación, se presentan algunos de los beneficios de implementar extractores de aires [17]:

- Mejora la ventilación gracias a un extractor de aire: La principal y más conocida ventaja es la ventilación. Su nombre no lleva a equívoco ya que extrae el aire de una estancia para renovarlo por aire nuevo. Así se consigue evitar el aire estancado. Es decir, un extractor no solo retira aire, también lo introduce. Y es una de las principales diferencias con los ventiladores, que solo lo mueven.
- Evita el exceso de humedad: Se suelen relacionar los extractores de aire a estancias como los cuartos de baño, pero también con las cocinas u otros espacios en los que se trabaje con agua. Suelen ser habitaciones interiores, sin ventanas y con humedad por el uso de agua. Por este motivo son altamente recomendables, para mejorar el flujo de aire y evitar la humedad. Así también se evita efectos secundarios como el moho.
- Mejora la temperatura: Evitando el exceso de calor, ya que el aire caliente de un espacio cerrado puede recalentarse por el uso de maquinaria o por el calor que las propias personas generamos trabajando en un mismo espacio. O en épocas de calor. El extractor quita el aire acumulado en la parte superior (donde se acumula el aire caliente) y consigue que, de forma constante, se

regule la temperatura, evitando el exceso de calor de una forma más económica frente al uso de sistemas de climatización o aire acondicionado.

- Elimina humos y gases: El caso en el ámbito doméstico más obvio es la cocina, pero puede ser de vital importancia en ámbitos profesionales en los que la acumulación de gases y humos pueden ser un problema para la salud de las personas. La acumulación de toxicidad en el ambiente puede resultar un problema mayúsculo de riegos laborales.
- Mejora la calidad del aire: Porque no solo renueva el aire, también mejora su calidad gracias a que se incorporan sistemas de purificación y filtración del aire de alta eficiencia. Así evitamos la entrada desde el exterior de partículas en suspensión, como polvo o polen. También se evitan la entrada de virus y de bacterias, lo cual repercute de forma positiva en la salud de las personas que respiran ese aire.

3.6 CONDICIONES DE HUMEDAD Y TEMPERATURA EN ZONAS DE PRODUCCIÓN Y ALMACENAMIENTO DE UNA CERVECERÍA

En el proceso de producción de cerveza se utiliza constantemente agua y debido a los efectos de la humedad sobre esta bebida, la producción podría estropearse, por ello es necesario tener control sobre las condiciones ambientales del espacio en que se produzca y almacene la cerveza. El problema principal y más grave en la fabricación de la cerveza es el crecimiento de bacterias y moho ocasionado por un alto nivel de humedad. Como sabemos, una de las etapas de la producción de cerveza es el proceso de fermentación, para el cual el líquido se tiene que almacenar durante varias semanas en cubas a bajas temperaturas. La temperatura que las cubas llega a descender hasta los 2°C y con la entrada al almacén en la inspección de la cerveza y por la circulación de aire a una temperatura distinta a la que tiene el lugar, se ocasiona la condensación del agua en el ambiente sobre las cubas, en los muros, conductos y pasillos. Los espacios con altos niveles de humedad son entornos ideales para la proliferación de moho y bacterias y si pensamos que los productos que se están almacenando en el lugar están destinados para consumo humano, hablaríamos entonces de un problema de salubridad que echaría a perder la producción si aparecen microorganismos y hongos en la cerveza.

El exceso de humedad no sólo afecta a la industria cervecera durante la elaboración del producto, sino también en el almacenamiento de las materias primas que se utilizan para la producción y en el transporte de la cerveza. Para elaborar cerveza se hace uso de diferentes tipos de semillas, lúpulo, azúcares, aditivos y otros materiales orgánicos susceptibles a la degradación. Esta degradación se acelera en ambientes con altos niveles de humedad que además propician que el material se apelmace y se contamine, pues los entornos húmedos son ideales para el desarrollo de hongos, bacterias y moho. Por lo anterior también se debe tener un control

ambiental en los lugares donde se almacene la materia prima y el producto terminado [18].

3.6.1 Control de temperatura y humedad en zonas de almacenamiento. Agua, lúpulo, malta y levadura son los ingredientes esenciales para elaborar cerveza. Por lo tanto, es necesario prestar mucha atención a la forma en que se procesan y almacenan estas materias primas para obtener un producto final de calidad.

Sin embargo, la levadura y la malta son sensibles a la humedad y la temperatura, necesitando una atención especial en su proceso de almacenamiento. La malta es un grano de cebada que se somete a un proceso de germinación en condiciones controladas de humedad, temperatura y oxígeno durante un tiempo determinado, finalmente es secado.

Este proceso desempeña un papel fundamental en el proceso de producción de la cerveza, ya que el color, la formación de espuma, la turbidez, los aromas y otras características tienen una relación directa con la forma en que la cebada pasó por el proceso de malteado, influyendo directamente en la calidad y el aspecto final de la cerveza. Por esta razón, la malta debe almacenarse en condiciones estables de humedad, pues de lo contrario estará sujeta al desarrollo de hongos y moho, o incluso de carcoma, que destruyen el grano, causando grandes pérdidas a la producción.

Por lo tanto, para el buen funcionamiento de un establecimiento, hay que garantizar la protección contra la contaminación por residuos y controlar las condiciones climáticas del entorno para adecuarlas a las condiciones higiénico-sanitarias necesarias para la manipulación, preparación y almacenamiento de la bebida [19].

3.6.2 Riesgos biológicos y químicos en zona de almacenamiento de materias primas. El correcto almacenamiento de materia prima, envases y otros insumos es fundamental para el resultado final de la calidad e higiene del producto, factores inadecuados pueden generar peligros biológicos y/o químicos, a continuación, se presenta en la **Figura 7**, un cuadro de gestión por etapas, para prevención de estos eventos de peligro, en la columna de *Procedimiento de vigilancia* se evidencia la comprobación de temperatura y humedad en zonas de almacenamiento.

Figura 7.
Cuadro de gestión de los peligros por etapa.

ALMACENAJE DE MATERIAS PRIMAS, ENVASES...

TIPO DE PELIGRO	DESCRIPCIÓN DEL PELIGRO	PRERREQUISITOS/PCC	PROCEDIMIENTO DE VIGILANCIA	MEDIDAS CORRECTORAS	REGISTRO
BIOLÓGICO	Presencia de plagas y pequeños animales indeseables	Aplicar el plan de control de plagas	Control periódico visual (interno o subcontratado) de los elementos y barreras físicas, mecánicas y/o biológicas	Reforzar o cambiar los elementos y barreras utilizados	Registro de incidencias
	Proliferación de microorganismos o de mohos	Aplicar el plan de limpieza y desinfección y el plan de formación. Actuar de acuerdo a las buenas prácticas de manipulación e higiene.	Comprobación del estado de limpieza Respetar la rotación del stock, comprobar las fechas de caducidad o de consumo preferente de las materias primas. Comprobación de la humedad y temperatura de la zona de almacenaje de los sacos de malta (ver las condiciones indicadas por el fabricante)	Reforzar el plan de plagas Revisar la rotación del stock Retirar productos caducados Revisar el plan de mantenimiento y calibración	Informe de la empresa contratada Registro de incidencias
QUÍMICO	Contaminación por productos químicos (de limpieza y desinfección) por almacenaje incorrecto	Aplicar el plan de limpieza y desinfección y el plan de formación. Actuar de acuerdo a las buenas prácticas de manipulación e higiene	Comprobación visual de la separación física de los productos de limpieza y desinfección respecto de las otras mercancías	Devolver los productos de limpieza y desinfección al lugar asignado	Registro de incidencias

Tomado de [20]

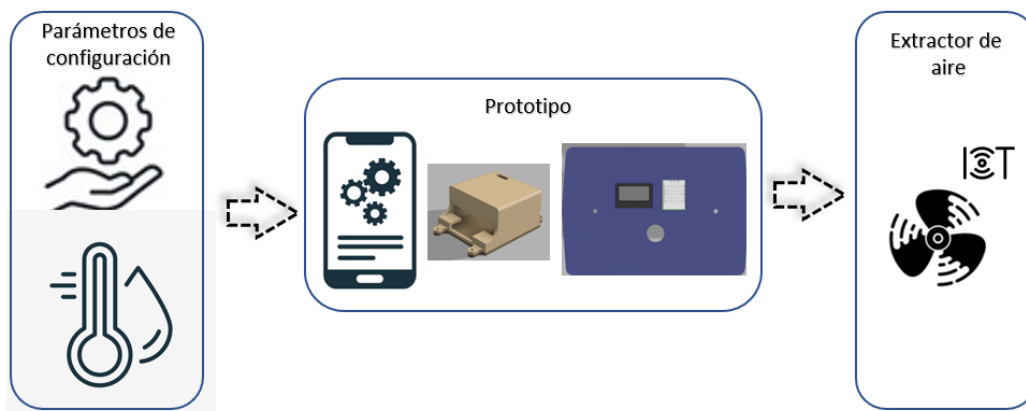
4. METODOLOGÍA Y DISEÑO

En este capítulo se presentan las fases de análisis y diseño del sistema IoT para el monitoreo y control de temperatura y humedad.

4.1 DISEÑO GENERAL DEL SISTEMA

El diseño general del sistema se realiza tomando como referencia las necesidades reales de la empresa, las cuales son un monitoreo y registro oportuno de las variables de temperatura y humedad relativa de zonas específicas. En el esquema general del sistema presentado en **Figura 8** se observa unos parámetros de entrada que referencian la configuración del sistema, estos pasan a una segunda etapa donde son procesados e implementados para realizar la etapa final correspondiente al control de encendido y apagado del extractor de aire, todo este proceso puede ser monitoreado en tiempo real a través de conexión a internet del dispositivo y la aplicación móvil.

Figura 8.
Esquema general del sistema



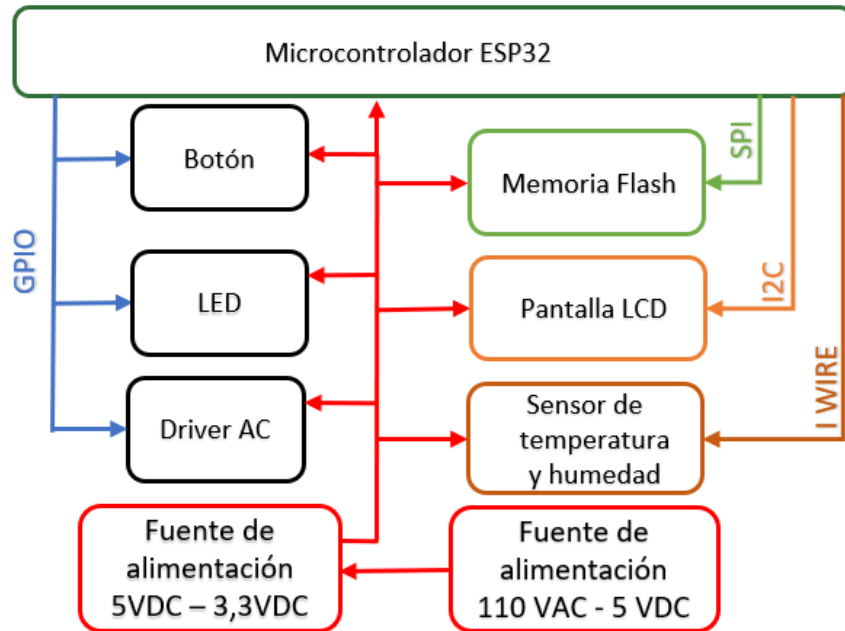
Fuente: Autores

4.2 DIAGRAMA DE BLOQUES DEL CIRCUITO ELECTRÓNICO

El diagrama de bloques se usa como representación gráfica de fácil lectura e interpretación, en **Figura 9** se presenta desde el microcontrolador principal y como este se relaciona con los periféricos del sistema dejando claro además el protocolo usado para la comunicación con cada uno de los periférico, también se presenta la conexiones para energizar el PCB y los respectivos componentes electrónicos.

Desde la parte inferior se pretende mostrar el uso de una fuente de alimentación AC para la etapa de potencia del driver AC, además como se usan convertidores AC-DC y DC-DC para el correcto funcionamiento del sistema, estas garantizan los niveles de voltajes requeridos.

Figura 9.
Diagrama de bloques electrónicos del sistema

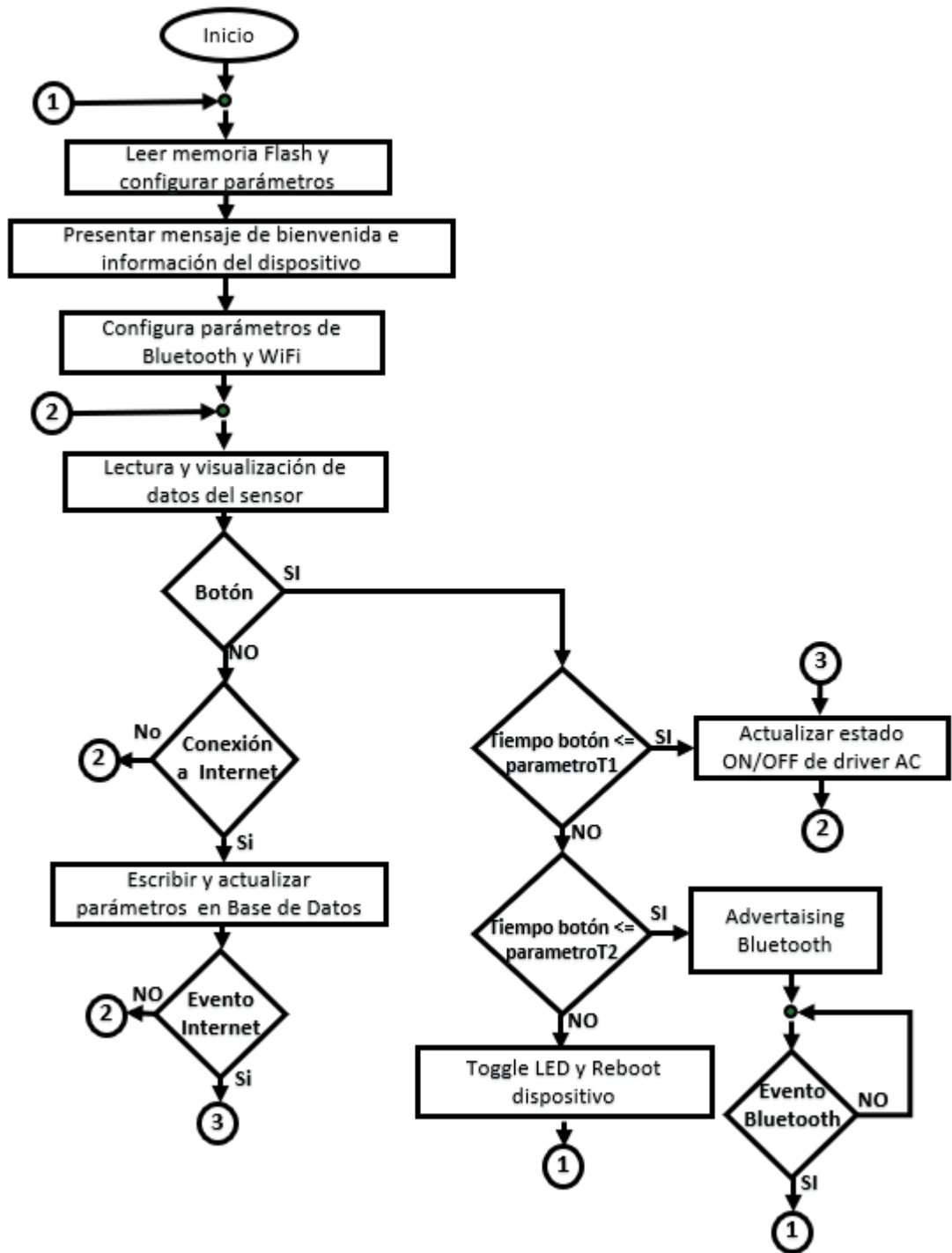


Fuente: Autores

4.3 DIAGRAMA DE FLUJO DEL FIRMWARE

El diagrama de flujo del firmware se presenta con el fin de facilitar el entendimiento de la lógica de programación implementada, en la **Figura 10** se observa desde el bloque de inicio y los procesos secuenciales posibles, iniciando con los pasos de configuración y/o lectura de parámetros preconfigurados, en este punto el dispositivo realiza un proceso de lectura de valores almacenada en la memoria Flash y a partir de aquí inicia el proceso de configurar los valores de referencia para el posterior encendido del extractor, en pasos siguientes se presentan mensajes de bienvenida o estados de encendido o apagado del actuador, con esto se busca proporcionar información a los operadores y/o usuarios sobre el dispositivo; además de otorgar acceso rápido a la información del estado del extractor que puede ser encendido o apagado, e información de conexión bluetooth e internet; información valiosa para el monitoreo y control oportuno del funcionamiento del sistema, en este punto el microcontrolador inicia un proceso de lecturas periódicas del sensor y/o interrupciones del sistema mediante el botón de configuración, esto con el fin de presentar un proceso ininterrumpido de monitoreo y permitir configuraciones durante el funcionamiento.

Figura 10.
Diagrama de flujo del firmware.



Fuente: Autores

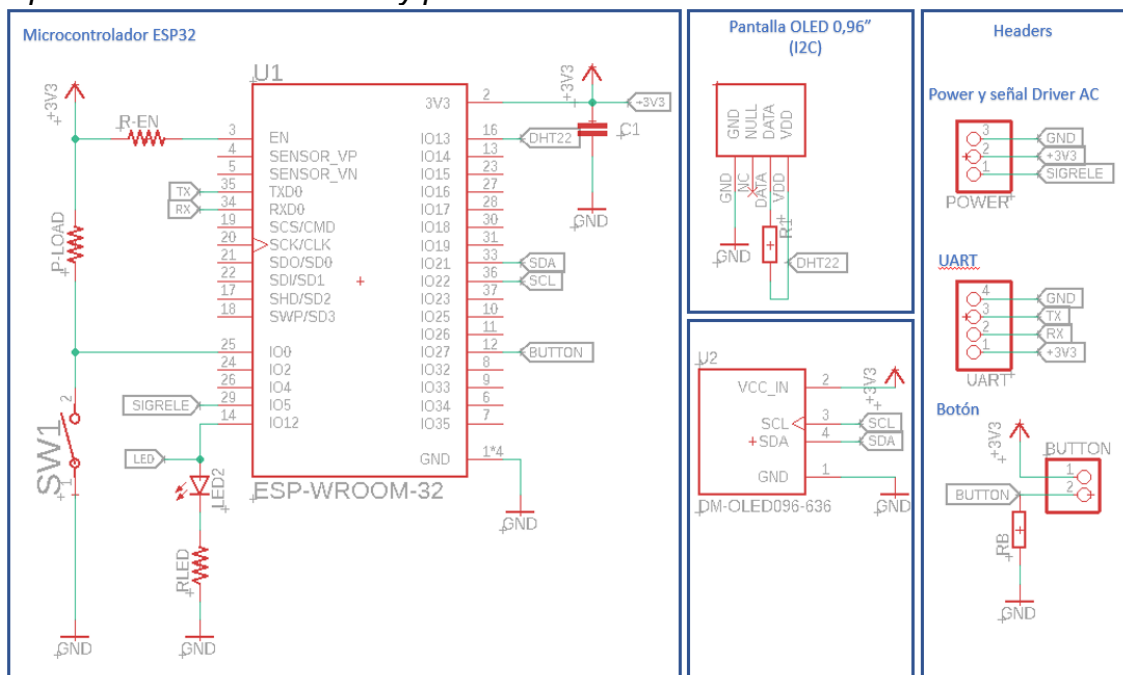
4.4 DISEÑOS ELECTRÓNICO Y PCB

Los diseños de las PCB (Placa de Circuito Impreso, por sus siglas en inglés) fueron desarrollados utilizando el software Eagle de Autodesk. El proceso comienza con la selección de los componentes según los requisitos del sistema, seguida por la creación del esquemático, el cual define las interconexiones entre los terminales de cada componente electrónico. Posteriormente, se lleva a cabo el proceso de enrutamiento, que consiste en posicionar los componentes y trazar las rutas necesarias para conectar dichos componentes a través de las pistas en la placa.

4.4.1 Esquemático PCB principal. En la **Figura 11** se presenta el esquemático de PCB principal y periféricos; el circuito contiene el microcontrolador ESP-32 encargado de todo el procesamiento de datos adquiridos por los sensores y activación del driver, además es el encargado de establecer comunicación mediante tecnología Bluetooth con la aplicación móvil y WiFi para funcionalidades IoT, esta PCB está equipada con un sensor digital de temperatura y humedad DHT22 con el cual se comunica a través del protocolo one-wire, en la pcb se implementa además un botón con indicador led para generar señales visibles de estados específicos y una LCD OLED 0.96" para visualización de datos y mensajes, la comunicación con la LCD se realiza mediante el protocolo I2C. Para energizar la PCB y periféricos se hace uso de una segunda PCB que será descrita más adelante.

Figura
Esquemático PCB de control y periféricos

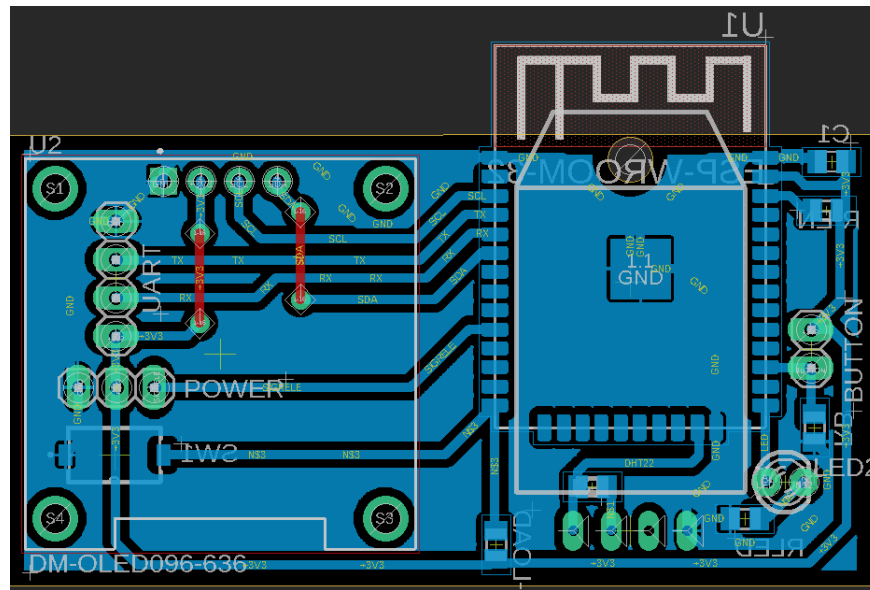
11.



Fuente: Autores

4.4.2 Layout PCB principal y periféricos. En la **Figura 12** se presenta el resultado final del proceso de ubicación de componentes y comunicación entre pistas y vías, se aprecia el componente U1 (ESP-32) sobresalir de la PCB, esto se realiza de esta manera debido a que el mismo posee antena para comunicación Bluetooth y WiFi, esta antena debe quedar libre y alejada de elementos metálicos que afecten la transmisión de señales inalámbricas

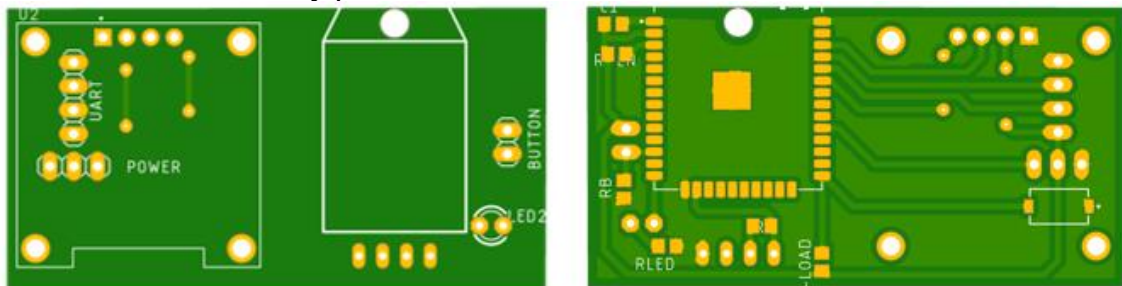
Figura 12.
Layout PCB de control y periféricos



Fuente: Autores

4.4.3 Render PCB de control y periféricos. En la **Figura 13** se presentan un render o representación digital del resultado final que se espera obtener al fabricar la PCB, a partir de este también se pueden trabajar modelos 3D para el diseño de cajas protectoras o cubiertas para los PCB.

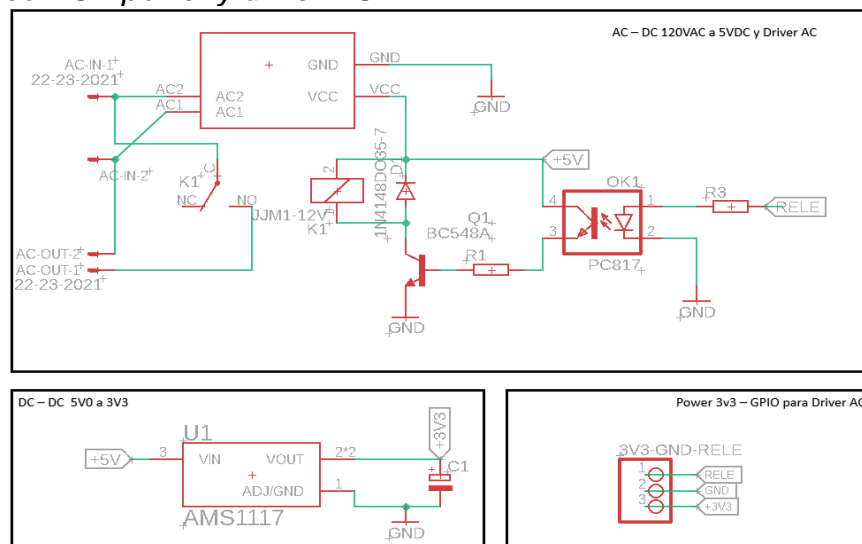
Figura 13.
Render PCB de control y periféricos.



Fuente: Autores

4.4.4 Esquemático PCB de power y driver AC. El diseño de esta PCB se inició tomando como referencia que el actuador (extractor de aire) tiene características de trabajo AC (Corriente Alterna), el circuito principal DC (Corriente Continua). Lo que hizo necesario un diseño que permita controlar cargas AC mediante dispositivos DC. De esta manera la PCB se basa en un convertidor de voltaje AC- DC, permitiendo manejo de cargas AC mientras suministra voltajes DC a la “PCB de control y periféricos” presentada anteriormente. En la Figura 14 se presenta el esquemático de la PCB e power y driver AC.

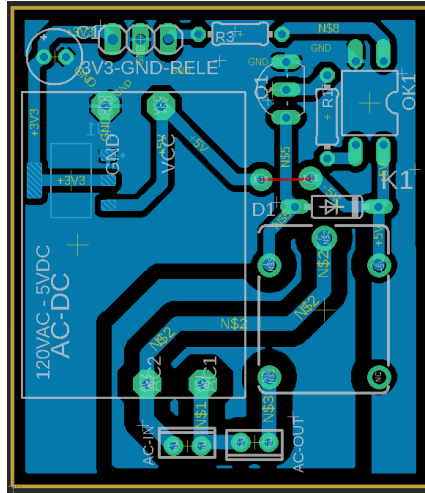
Figura 14.
Esquemático PCB power y driver AC.



Fuente: Autores

4.4.5 Layout PCB de power y driver AC. En la **Figura 15** se presenta el resultado final del proceso de distribución de componentes y comunicación entre pistas y vías.

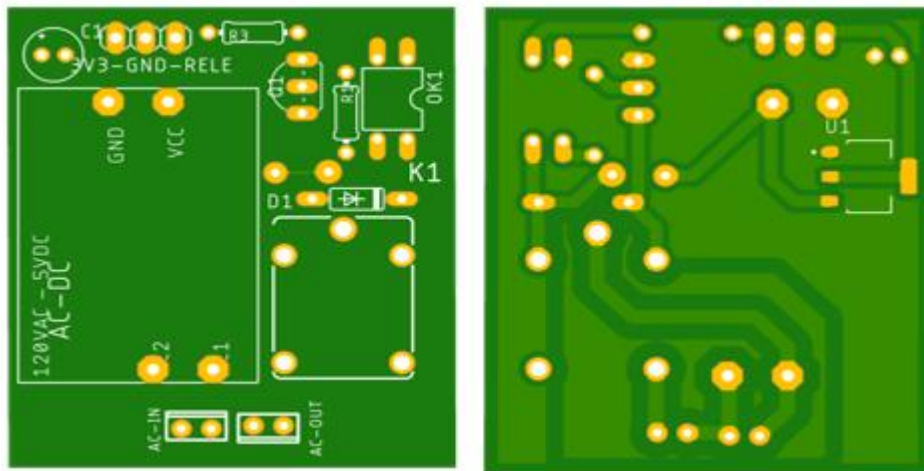
Figura 15.
Layout PCB power y driver AC.



Fuente: Autores

4.4.6 Render PCB de control y periféricos. En la **Figura 16** se presentan el render o representación digital del resultado final que se espera obtener al fabricar la PCB, a partir de este también se pueden trabajar modelos 3D para el diseño de cajas protectoras o cubiertas para los PCB.

Figura 16.
Render PCB power y driver AC



Fuente: Autores

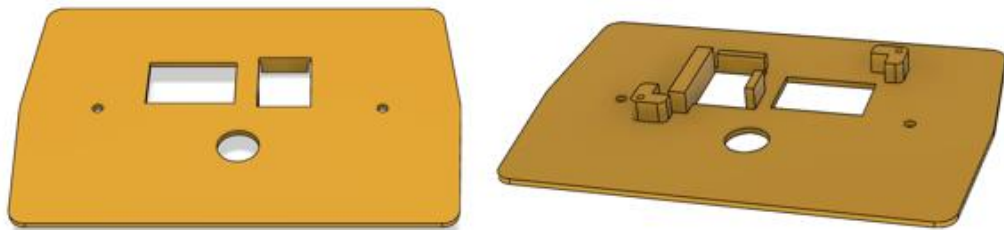
4.5 DISEÑOS 3D

Se realizaron los diseños en Fusion 360 de AutoDesk, basándonos en las PCB previamente creadas. A partir de estas, se generarán los modelos 3D y se dejaron listos para impresión, estas PCB tienen una finalidad en la protección y presentación de las placas. Con esto se busca garantizar que las PCB no solo se integren de

manera eficiente, sino que también estén bien protegidas y sean visualmente atractivas, asegurando así la funcionalidad y estética del sistema.

Para la presentación y protección de la PCB de control y periféricos se realiza el diseño 3D presentado en la **Figura 17**, este permite la integración con las cajas eléctricas convencionales a través de los orificios laterales para los tornillos, con cortes que permiten exponer la pantalla, el sensor y botón al exterior, además se implementaron una estructuras para fijar la PCB al modelo a través de tornillos que garantizan la estabilidad y seguridad de sujeción de la PCB

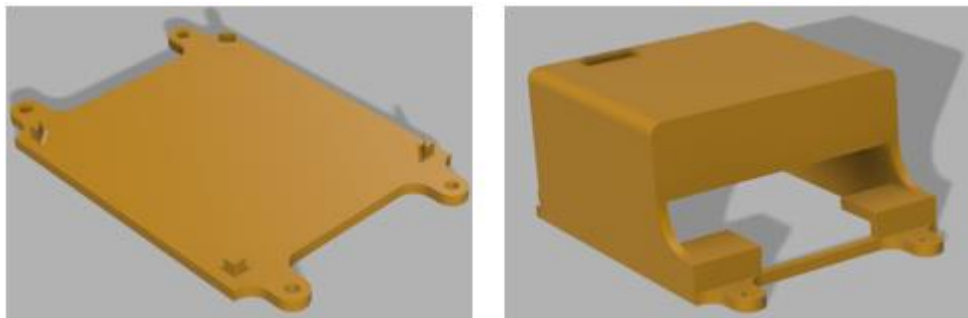
Figura 17.
Diseño 3D para PCB de control y periféricos.



Fuente: Autores

Para la protección y seguridad del sistema se realiza un diseño 3D pensado en el encapsulamiento de esas señales AC y DC, para prevenir cortos circuitos o daños colaterales, de esta manera se realiza un diseño 3D para la caja de la PCB (ver **Figura 18**) de power y driver, a través de este sistema compacto se protege la tarjeta encargada de dar energía a todo el sistema.

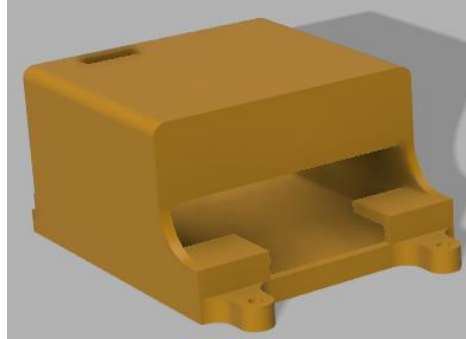
Figura 18.
Diseño 3D Caja protectora PCB power y drive.



Fuente: Autores

Para validar que las diferentes piezas 3D diseñadas se acoplen de manera correcta se realiza el ensamble (ver **Figura 19**) de manera digital, lo que permite analizar posibles errores de acople por dimensiones o formas en los diseños.

*Figura 19.
Render ensamble Caja protectora PCB power y drive.*



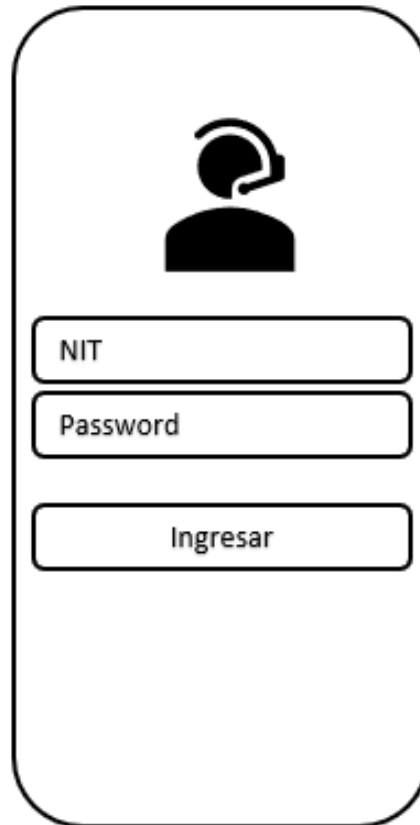
Fuente: Autores

4.6 DISEÑO DE APLICACIÓN MÓVIL

Se creó una aplicación con un diseño minimalista usando **Flutter** y **Dart**, buscando ofrecer una experiencia de usuario simple y eficiente. La idea principal fue enfocarse en las necesidades reales del problema, asegurando que la aplicación sea útil y fácil de usar. Con un diseño sencillo y directo, se buscó que las funciones clave estuvieran siempre al alcance, sin complicaciones ni distracciones, haciendo que el usuario pueda resolver lo que necesita de manera rápida y clara.

4.6.1 Vista de Login. El prototipo al ser un dispositivo IoT, requiere de gestión a través de internet y es la razón principal de implementar una aplicación móvil para facilitar los procesos de monitoreo y control, de esta manera se introduce la idea de brindar seguridad a los datos y control del proceso; en este orden de idea la aplicación móvil permite el acceso a los datos y control de los actuadores a través de un sistema de acceso como lo es el “login” donde se introducen datos de usuario (NIT) y contraseña (password) para acceder a las herramientas, datos y controles de la aplicación. La vista del diseño del login se presenta en **Figura 20**.

Figura 20.
Vista de Login.



Fuente: Autores

4.6.2 Vista de dispositivos disponibles. La aplicación móvil presenta una vista inicial que permite visualizar, configurar, controlar o eliminar los dispositivos disponibles, así como agregar nuevos dispositivos. En la **Figura 21**, se observa una columna central con una tarjeta por cada dispositivo, ya sea disponible o agregado. Cada tarjeta incluye un ícono de borrar, que facilita la eliminación del dispositivo en caso de no ser requerido. A la derecha de la tarjeta se encuentra un ícono de flecha, que permite al usuario acceder a la exploración detallada del dispositivo, funcionalidad que será descrita más adelante. En la parte inferior de la tarjeta, se localiza el ícono de agregar, que permite registrar nuevos dispositivos, una característica que también se detallará más adelante.

Figura 21.
Vista de dispositivos disponibles.



Fuente: Autores

4.6.3 Vista para agregar dispositivos. En esta vista (ver **Figura 22**) Se ejecutan funciones para la comunicación Bluetooth y la configuración de parámetros de red en los nuevos dispositivos. En la parte superior de la interfaz se encuentran los botones para configurar y activar el Bluetooth del teléfono, además de una opción para visualizar la lista de dispositivos Bluetooth disponibles para conexión. Al establecer la conexión con un dispositivo válido, se despliega un menú donde se asigna un nombre al dispositivo y se introducen las credenciales necesarias para conectarse a la red Wi-Fi. Una vez completados todos los campos, se puede presionar el botón de agregar para registrar el dispositivo. Alternativamente, en cualquier momento, se puede seleccionar la opción cancelar para regresar a la vista anterior sin realizar cambios.

Figura 22.
Vista para agregado de dispositivos.

The image shows a mobile application interface titled "Ambiente IoT". At the top, there is a "Configuración" button. Below it, the "Estado de Bluetooth" is shown as "Bluetooth ON/OFF" with a green toggle switch turned on. A button labeled "CONECTAR CON UN DISPOSITIVO" is positioned below the toggle. Underneath, there are three input fields: "Nombre de dispositivo", "Red Wifi", and "Password". At the bottom of the screen, there are two buttons: "Guardar" in green and "Cancelar" in red.

Fuente: Autores

4.6.4 Vista de configuración, visualización y control. En la **Figura 23** Se presenta una columna que inicia en la parte superior con el nombre del dispositivo, seguido por tres campos de entrada de texto (input) para configurar los parámetros de referencia tanto para temperatura como para humedad relativa. A continuación, se establece el período de registro de datos de temperatura y humedad, que se almacena en una base de datos remota. Después de esta sección de configuración, se presenta una slider que permite encender o apagar el extractor de manera manual. Posteriormente, se visualiza una gráfica que muestra los últimos datos almacenados en la nube. Finalmente, se incluyen dos botones: uno para eliminar el historial de la base de datos y otro para descargar los datos en formato **.csv**, lo que permite su análisis posterior

Figura 23.
Vista de configuración, visualización y control.



Fuente: Autores

El botón *Generar Reporte* presentado en **Figura 23** permitiría a la aplicación móvil descargar los datos desde la nube, organizarlos y generar un archivo en formato **.csv** que se podrá compartir o abrir para visualizar, por otras aplicaciones ya instaladas en el Smartphone.

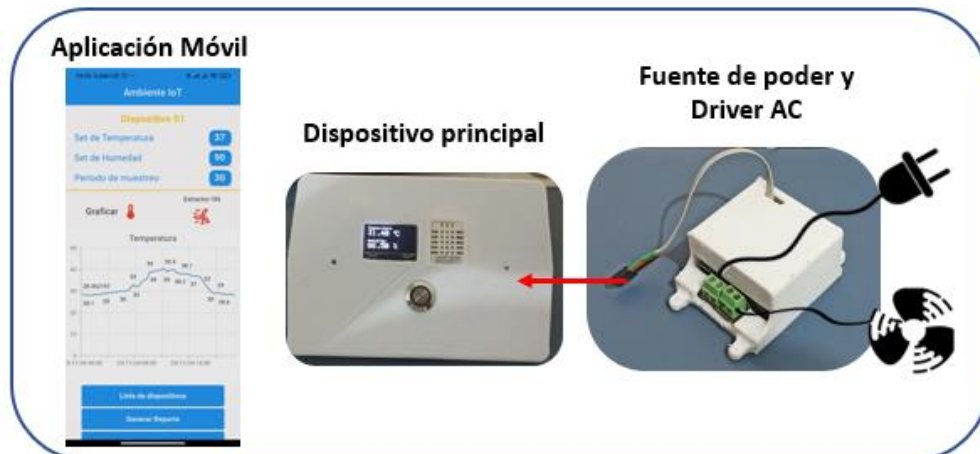
5. ANÁLISIS Y RESULTADOS

En este capítulo se presentarán los resultados obtenidos tras la fabricación de los diseños inicialmente propuestos, que incluyen tanto los diseños de PCB, modelos 3D y diseño de la aplicación móvil. Además, se expondrán los ensambles finales, los cuales corresponden a la integración completa de los componentes, evaluando su funcionalidad y cumplimiento con los requerimientos establecidos.

5.1 ANÁLISIS GENERAL DE RESULTADOS DE FABRICACIÓN Y ENSAMBLE DE PCB DE CONTROL, PERIFÉRICOS Y APLICACIÓN MÓVIL

En la Figura 24 se presenta de forma general el sistema desarrollado, en esta figura se puede observar de forma detallada los elementos principales como lo son la aplicación móvil y el hardware desarrollado, el cual consta de un dispositivo principal y un dispositivo encargado de la fuente de poder y el driver AC; el sistema desarrollado desde un principio está enfocado en generar un proceso de instalación muy sencillo, se puede observar sobre el dispositivo de fuente de poder y driver AC, un par de borneras para el ingreso y salida de corrientes AC, además permite la alimentación DC y conexión de control del driver para el dispositivo principal, este dispositivo principal encargado de procesamiento, adquisición, registro y visualización de los datos, además de la comunicación inalámbrica con la aplicación móvil para los procesos de configuración y gestión del mismo. Mas adelante en este capítulo se presentará de forma detallada el resultado de los procesos de producción de cada uno de estos dispositivos y la aplicación móvil

Figura 24.
Resultado final del sistema



Fuente: Autores

El sistema de forma general respecto al actuador, funciona bajo los principios básicos de un controlador ON/OFF, en el cual se asigna valores de referencias superados estos umbrales se procede a enviar una señal al driver el cual apaga o enciende la carga conectada, en este caso el extractor de aire, además de implementar la funcionalidad de encendido o apagado manual, es decir que todo el proceso que implicaba inicialmente revisar termómetros y sensores de humedad de forma manual y tomar decisiones de encender o no el extractor, fu suplida por el sistema.

El desarrollo realizado consistió en la implementación de firmware para el microcontrolador, el cual fue desarrollado en lenguaje C++ utilizando el entorno de desarrollo integrado (IDE) de Arduino (ver **Figura 25**). Esta plataforma permitió la programación eficiente del microcontrolador mediante su conjunto de bibliotecas específicas, optimizando la carga y depuración del código a través de herramientas de compilación y carga directa proporcionadas por la IDE.

Figura 25.
Segmento de firmware en IDE de programación



```
t10 | Arduino IDE 2.3.3
Archivo  Editar  Sketch  Herramientas  Ayuda
Ψ LOLIN(WEMOS) D1 R2 ...

t10.ino
224 void loop() {
225   delay(1500);
226   valueSensor();
227   visualizarDatos();
228   //display.clearDisplay();
229
230   // Draw bitmap on the screen
231   display.drawBitmap(100, 0, nowIFI, 18, 14, 1);
232
233   display.drawBitmap(100, 22, ventilador, 20, 20, 1);
234
235   display.drawBitmap(100, 40, BLT, 15, 18, 1);
236   display.display();
237   delay(1000);
238
239   display.clearDisplay();
240
241   // Draw bitmap on the screen
242   display.drawBitmap(0, 0, cardenal, 120, 38, 1);
243   display.display();
244   delay(3000);
245 }
246
247 void valueSensor() {
248   sensor_t sensor;
249   sensors_event_t event;
250   dht.temperature().getEvent(&event);
251   if (isnan(event.temperature)) {
252     Serial.println(F("Error reading temperature!"));
253   }
254   else {
255     Serial.print(F("Temperature: "));
256     datos[0] = event.temperature;
257     Serial.print(datos[0]);
258     Serial.println(F("°C"));
259   }
260 }
261 // Get humidity event and print its value.
262 dht.humidity().getEvent(&event);
263 if (isnan(event.relative_humidity)) {
264   Serial.println(F("Error reading humidity!"));
265 }
266 else {
267   Serial.print(F("Humidity: "));
268   datos[1] = event.relative_humidity;
269   Serial.print(datos[1]);
270   Serial.println(F("%"));
271 }
272
273 }
274
275
276 void testscrolltext(void) {
```

Fuente: Autores

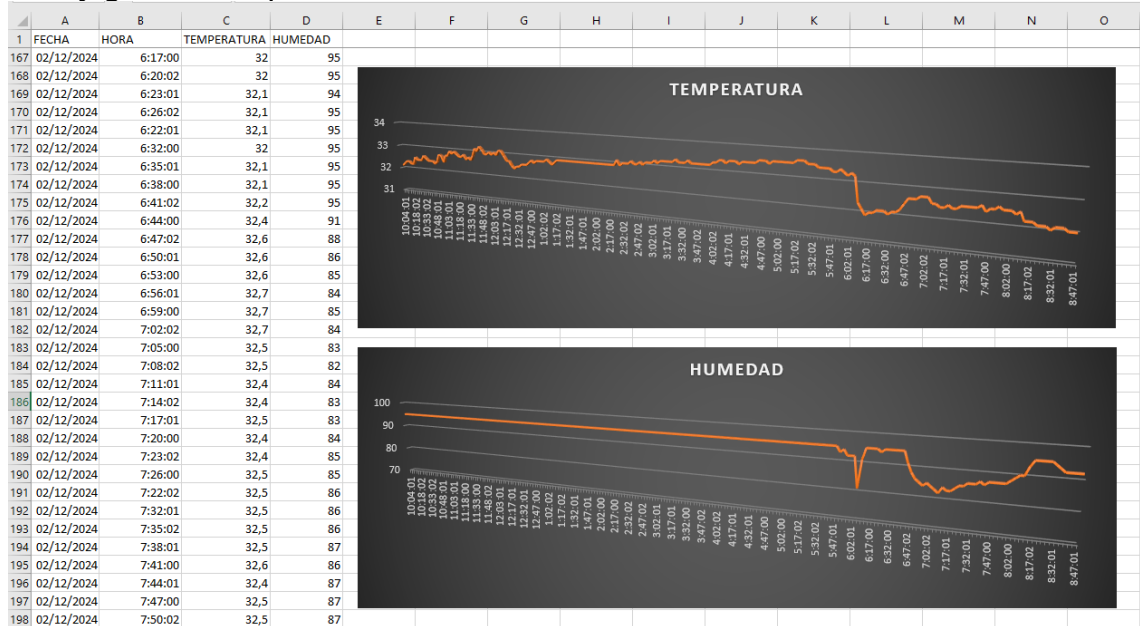
5.2 ANÁLISIS RESULTADOS DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA

En un ambiente cerrado destinado a pruebas se monitoreo temperatura y humedad, con el propósito de evaluar el comportamiento de estas variables en relación con la activación del extractor de aire. La **Figura 26** presenta una tabla de datos y gráficos que muestran la evolución de estos parámetros en función del tiempo, permitiendo identificar patrones y correlaciones en el proceso de control ambiental.

Los datos presentados son el resultado del proceso completo de funcionamiento del sistema en un ambiente controlado, después de vincular el dispositivo y registrarlo en la APP, tomar una serie de datos y finalmente descargarlos en formato **.csv** para

posteriormente ser compartidos y permitir su visualización, análisis y procesamiento para aplicar filtros y generar gráficos.

Figura 26.
Datos y gráficos de prueba de funcionamiento



Fuente: Autores

El análisis de la serie temporal de temperatura indica una tendencia ascendente hasta alcanzar un umbral previamente establecido para la activación del extractor de aire. En este punto, el sistema automatizado inicia el proceso de extracción, lo que genera una reducción significativa de la temperatura, evidenciando que el mecanismo responde de manera efectiva a las condiciones del ambiente. Se puede observar una fase de incremento donde la temperatura aumenta progresivamente hasta el punto de activación, seguida por una fase de estabilización en la que, tras la entrada en operación del extractor, la temperatura disminuye y se mantiene en un rango óptimo hasta que el sistema se apaga. Este patrón cíclico confirma la eficiencia del sistema en la regulación térmica del ambiente de prueba.

El comportamiento de la humedad sigue un patrón análogo al de la temperatura. La humedad relativa en el ambiente tiende a mantenerse en niveles elevados hasta que el extractor de aire entra en funcionamiento. En ese momento, se observa una disminución significativa, lo que sugiere una mejora en las condiciones ambientales debido al proceso de extracción de aire. Antes de la activación del extractor, la humedad se mantiene estable en valores altos, pero al encenderse el sistema, se evidencia una tendencia descendente que muestra su impacto en el control de las condiciones ambientales. Una vez que el extractor se apaga, la humedad se estabiliza nuevamente, lo que indica que el sistema es capaz de regular de manera efectiva este parámetro.

Figura 29.
Impreso 3D y ensamble final para PCB de control y periféricos

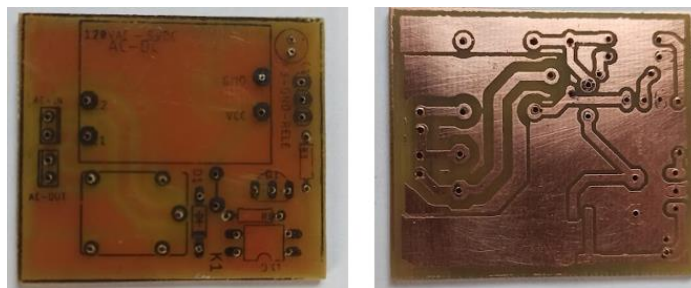


Fuente: Autores

5.4 ANÁLISIS DETALLADO DE PROCESO DE FABRICACIÓN Y ENSAMBLE DE PCB DE POWER Y DRIVER AC

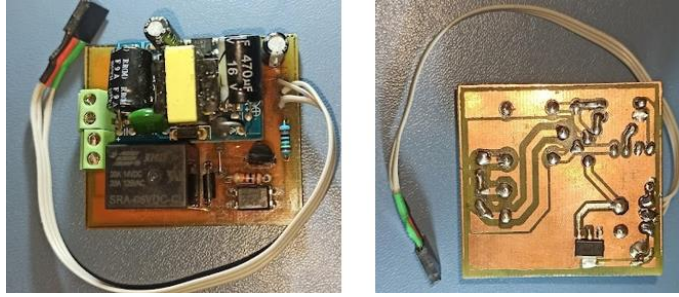
En la **Figura 30** a la izquierda, se presenta la vista final de la cara superior (Top) de la PCB, destacando la serigrafía que actúa como guía para la correcta disposición de los componentes durante el proceso de ensamblaje, a la derecha se muestra la cara inferior (Bottom) de la PCB, detallando la distribución de las conexiones y pads para soldadura. En la **Figura 31**, se expone el ensamblaje completo de la PCB con todos los componentes electrónicos montados además, en **la Figura 32** se presenta el resultado final del impreso 3D y en **Figura 33** el ensamble completo del dispositivo, el cual integra el ensamble electrónico y la cubierta protectora, que fue fabricada mediante impresión 3D. El resultado final ofrece una solución de protección mecánica y eléctrica al conjunto de la placa.

Figura 30
PCB power y driver AC.



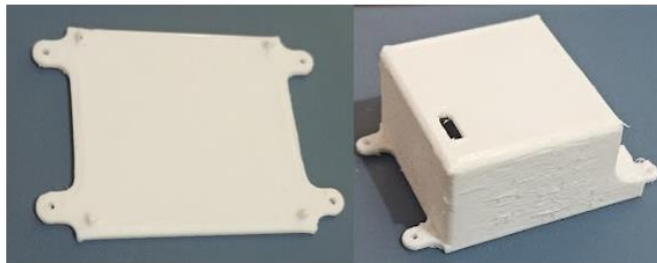
Fuente: Autores

Figura 31. Ensamble electrónico de PCB power y driver AC.



Fuente: Autores

Figura 32.
Impresos 3D para PCB de power y driver AC



Fuente: Autores

Figura 33.
Ensamble final de PCB de power y driver AC.



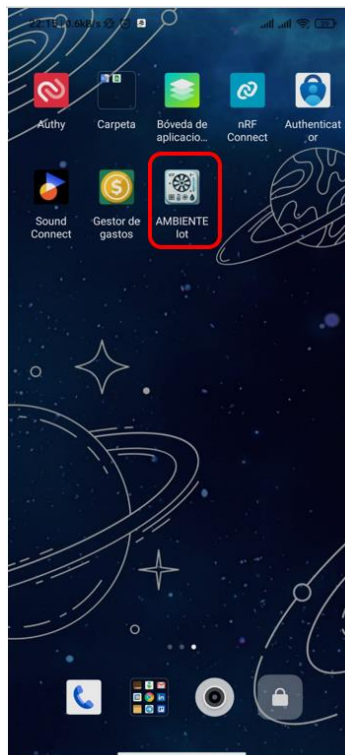
Fuente: Autores

5.5 RESULTADOS DE APLICACIÓN MÓVIL

La aplicación móvil desarrollada para este proyecto fue construida utilizando Flutter y Dart, tecnologías que permiten la creación de aplicaciones nativas de alto rendimiento y con interfaces de usuario altamente eficientes. Flutter, junto con Dart, facilita el desarrollo rápido y flexible de aplicaciones para Android, lo cual fue el enfoque principal de esta aplicación. Para el almacenamiento y gestión de los datos, se utilizó Firebase, una plataforma de desarrollo en la nube que ofrece una base de datos en tiempo real, lo que permite almacenar y recuperar datos de temperatura y humedad de manera rápida y eficiente. Esta infraestructura en la nube garantiza que la aplicación pueda manejar la transmisión de datos en tiempo real, permitiendo el monitoreo y control remoto de las variables ambientales de forma sencilla y accesible desde dispositivos Android.

Durante la etapa de diseño y producción se tomó como referencia las necesidades reales del usuario final, de esta manera desde las funciones o herramientas de la aplicación hasta el icono fue pensado de una manera minimalista, intuitiva y de uso fácil y ágil, en la **Figura 34** se presenta resaltado en rojo el icono de la aplicación, en este se resalta imágenes alusivas al actuador (extractor de aire) y las variables a monitorear y controlar (temperatura y humedad relativa).

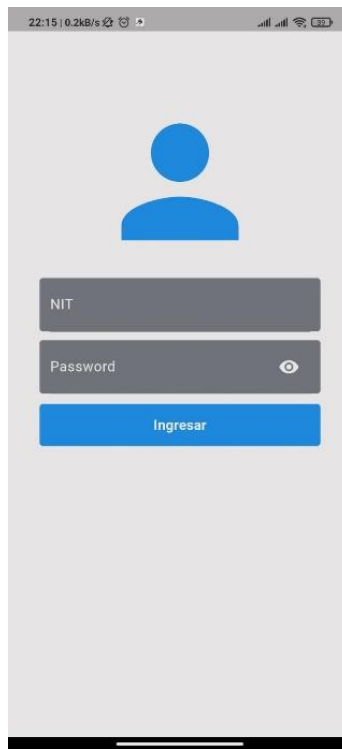
Figura 34.
Icono de la aplicación.



Fuente: Autores

Con el propósito de permitir monitoreo y control remoto a través de internet, además de agregar estrategias para la protección de datos y control de procesos, se agregó una etapa de acceso donde el usuario debe ingresar con NIT y password, el cual es registrado manualmente en la base de datos, esta pantalla (ver **Figura 35**) cuenta con dos entradas de texto conocida como Textfield en Flutter (framework usado para el desarrollo de la aplicación), estos permiten el ingresar las credenciales de la aplicación, finalmente el botón que ejecuta la acción de ingreso, con esto se hace el llamado a la base de datos para validar credenciales y traer datos de dispositivos e historiales de temperatura y humedad relativa almacenadas en base de datos.

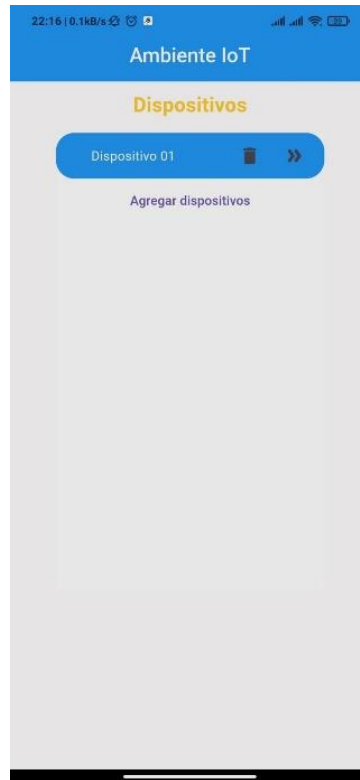
Figura 35
Login de la aplicación.



Fuente: Autores

Al realizar login correctamente la aplicación presenta información de dispositivos registrados y permite realizar acciones como: registrar nuevos dispositivos, eliminar dispositivos o monitorear estado de los dispositivos, todo esto es presentado en **Figura 36**.

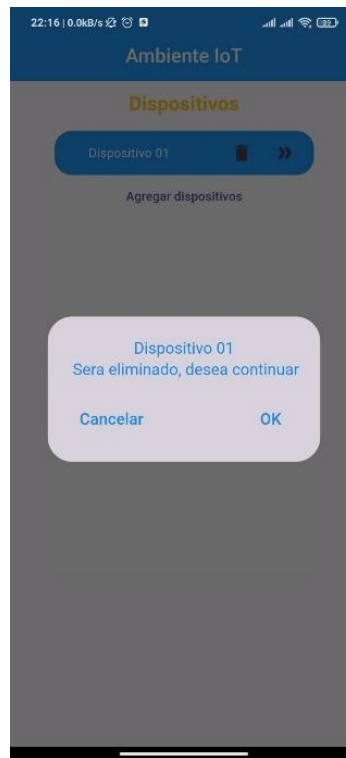
Figura 36
Menú principal.



Fuente: Autores

Al presionar sobre el icono de eliminar que está en cada una de las tarjetas que hacen referencia a los dispositivos registrados, se está solicitando a la aplicación eliminar el dispositivo de la base de datos, lo que implica que no se le permitirá más al dispositivo enviar datos, ser monitoreado o controlar el actuador, dado que realizar esta operación por error implica tiempo de configuración y registro, se analiza el posible error y se genera una solución a través de un mensaje emergente que pide confirmar la acción (ver **Figura 37**).

Figura 37.
Opción eliminar dispositivo.



Fuente: Autores

La segunda opción posible desde el menú es agregar nuevos dispositivos, esto se hace a través del texto "Agregar dispositivo" el cual funciona como un botón, conocido en Flutter como "TextButoon" permitiendo ejecutar acciones al ser presionado; en este caso traslada la aplicación a la vista de agregar dispositivo; en esta vista la aplicación facilita el control del bluetooth del teléfono, activar o desactivar y conectarse a dispositivos bluetooth próximos, en esta vista aparte de configurar bluetooth y conectarse a los dispositivos, establece una comunicación por medio de dicha tecnología, facilitando la configuración del dispositivo agregando datos como: nombre del dispositivo, red Wi-Fi y password de la red a la cual se conectara y permitirá el monitoreo y control del mismo dispositivo; así mismo se aprecia en la parte inferior de la vista botones para cancelar la operación de registro en cualquier momento o de guardar para realizar el registro exitoso(ver **Figura 38**).

Figura 38.
Opción agregar dispositivo.



Fuente: Autores

Se presenta una tercera opción en el menú, que habilita la gestión del estado de los dispositivos. Al hacer clic en el ícono de flecha ubicada a la derecha de cada tarjeta, se realiza una llamada a los estados de los dispositivos (ver **Figura 39**). En esta interfaz, se muestra una columna con el nombre del dispositivo seguido de los inputs de configuración, que incluyen parámetros como la humedad relativa y la temperatura máxima permitida antes de activar automáticamente el driver (AC). Además, se puede gestionar el periodo de registro de datos en la base de datos remota.

En la parte central de la pantalla, se encuentran un par de íconos que funcionan como botones para seleccionar el gráfico que se desea visualizar. Estos permiten intercambiar entre gráficos de humedad y temperatura. También se incluye un ícono que representa el extractor conectado mediante el driver AC. Al presionar este ícono, se puede encender o apagar el actuador correspondiente.

A continuación, se presenta una representación gráfica de los últimos datos almacenados en la base de datos. Finalmente, se muestran tres opciones disponibles a través de botones:

1. Regresar al menú principal mediante la opción "Lista de dispositivos".
2. Generar reportes, que toma la información de la base de datos y genera un archivo .csv con los registros históricos de los valores de temperatura y humedad.
3. Eliminar registros, que inicia un proceso de borrado de datos en la nube, eliminando los registros de datos almacenados.

Este flujo de trabajo permite una gestión integral de los dispositivos y los datos asociados, con opciones claras para visualización, configuración, y manejo de registros.

Figura 39
Estado de dispositivo, gráfico de temperatura.



Fuente: Autores

En la **Figura 40** se presenta un ejemplo de gráfico de humedad generado, además del cambio en el estado del driver AC evidenciando un cambio rápido en el color del icono y el mensaje de encendido o apagado del extractor.

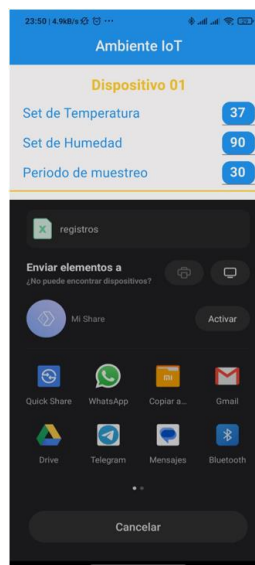
Figura 40
Estado de dispositivo, gráfico de humedad.



Fuente: Autores

En la **Figura 41** se presenta el submenú que se extiende al momento de seleccionar la opción de generar reporte, la cual genera un archivo .csv y permite desde el teléfono gestionar el archivo con cualquier aplicación instalada en el teléfono que maneje este tipo de documentos, facilitando así abrir, compartir, guardar, etc.

Figura 41
Opción generar reporte.



Fuente: Autores

En la **Figura 42** se presenta las propiedades del archivo generado, analizado desde un computador, a partir de este archivo se puede realizar los análisis, gráficos, filtros y demás procesos ya mencionados anteriormente, se resalta versatilidad de este tipo de archivo gracias a su simplicidad, su formato de texto plano y su amplio soporte en diversas aplicaciones, lo que lo convierte en un estándar para el intercambio de datos tabulares entre diferentes sistemas. Permite almacenar y transferir información de manera eficiente, siendo útil en flujos de trabajo de análisis de datos, machine learning y como formato de exportación para informes y bases de datos.

Figura 42
Formato de archivo generado ".csv"



Fuente: Autores

6. CONCLUSIONES

- El desarrollo del sistema IoT para monitoreo y control de temperatura y humedad en la fábrica de cerveza Wajiira Beer Company SAS ha logrado avances significativos, aun así presenta algunas limitaciones relacionadas principalmente con la infraestructura. La cobertura de la red inalámbrica, especialmente Wi-Fi y Bluetooth, puede verse afectada por la infraestructura existente en las instalaciones, lo que podría generar fallos de comunicación en áreas alejadas de los puntos de acceso. Además, el sistema depende de un suministro eléctrico constante, por lo que las interrupciones en el servicio podrían afectar su rendimiento. A pesar de estas limitaciones, el proyecto demuestra el potencial de las tecnologías IoT en la industria cervecera y ofrece una base sólida para futuras mejoras y optimizaciones.
- Esta tesis buscaba el diseño de un sistema de monitoreo remoto a través de internet y registros de variables de temperatura y humedad relativa en zonas específicas; resultando en el desarrollo de un sistema que registra los valores de las variables ambientales (temperatura y humedad relativa) en tiempo real. Estos datos se almacenan en servidores remotos a través de una infraestructura de comunicaciones segura, permitiendo su acceso y análisis desde cualquier ubicación a través de internet. Este enfoque facilita la supervisión constante y remota de las condiciones ambientales, optimizando la respuesta ante cualquier desviación de los parámetros establecidos.
- La necesidad de un control automático de un actuador AC (extractor de aire) dependiendo de las variables ambientales dirigió el desarrollo a la implementación de un sistema de control automático para los extractores, este control, consiste en integrar un conjunto de dispositivos que respondan de manera autónoma a los valores de temperatura y humedad registrados por los sensores. El sistema utiliza algoritmos de control ON/OFF, para activar o desactivar los extractores según los umbrales predefinidos, asegurando un entorno regulado sin intervención manual constante y optimizando el consumo energético
- La creación de una aplicación móvil Android facilitó el acceso remoto a los datos de temperatura y humedad almacenados en la nube, proporcionando una interfaz amigable para visualizar gráficos en tiempo real y generar reportes detallados en formato .csv. Además, permite a los usuarios configurar los niveles de referencia para los sensores y controlar los extractores, asegurando que las condiciones ambientales estén cercanas a las condiciones óptimas.
- El manual de usuario fue fundamental para garantizar el uso adecuado del dispositivo y la aplicación móvil. Este manual incluye instrucciones claras y detalladas sobre la instalación, configuración, operación y mantenimiento de los

equipos, así como el uso de la aplicación para la visualización de datos y el control de los extractores. Con el manual bien estructurado, los usuarios pueden operar el sistema de forma eficiente, asegurando su correcta implementación y reduciendo posibles errores operativos.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] J. M. PINCAY ANASTACIO, "DETERIORO EN LA CALIDAD DE MEDICAMENTO Y SU INCIDENCIA CONTROL DE TEMPERATURA Y HUMEDAD EN BODEGAS, DISEÑO DE PROTOTIPO DE MAPEO Y ALERTAS EN TIEMPO REAL," UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL, Guayaquil, 2022.
- [2] S. Bisbicuth Medina, J. A. Quevedo Álvarez, and C. D. Marmolejo Villamizar, "Desarrollo de un sistema IoT para el monitoreo de temperatura y humedad relativa en los cuartos fríos y vitrinas refrigeradas para la empresa Panadería - Pastelería la Leal - Palmira." [Online]. Available: <https://repositorio.uniajc.edu.co/handle/uniajc/1027>
- [3] B. J. ARCE SÁENZ, C. F. INCA TITO, and M. A. ORE RIVERA, "DISEÑO DEL CONTROLADOR PI PARA REGULAR LA TEMPERATURA EN UN PROCESO DE GERMINACION DE LA CEBADA," UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO, Perú, 2018.
- [4] H. Rojas López, "IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA DE CONTROL DE TEMPERATURA Y HUMEDAD MUSEO DE ARTE CONTEMPORANEO UNIMINUTO," Bogotá, Colombia, Oct. 2016.
- [5] "¿Qué es el Internet de las cosas (IoT)?" [Online]. Available: <https://www.oracle.com/ar/internet-of-things/what-is-iot/>
- [6] "Kevin Ashton Invents the Term 'The Internet of Things' : History of Information." [Online]. Available: <https://www.historyofinformation.com/detail.php?id=3411>
- [7] W. López Garzón and J. Cárdenas López, "Tecnología internet of things (IoT) y el big data Internet of Thing (IoT) technology and the big data," 2019. [Online]. Available: <http://cipres.sanmateo.edu.co/index.php/mi>
- [8] "¿Qué es IoT? - Explicación del Internet de las cosas - AWS." [Online]. Available: <https://aws.amazon.com/es/what-is/iot/>
- [9] M. Cruz Vega, P. Oliete Vivas, C. Morales Rios, González Luis Carlos, B. Cendón Martín, and A. Hernández Seco, *Las tecnologías IOT dentro de la industria conectada 4.0*. 2015. [Online]. Available: https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=ujRaDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA4&dq=el+iot+en+la+industria&ots=WgjhZrCNSG&sig=5NGEjoZ924Ddd_ZQpdZxpGqtc1w#v=onepage&q=el%20iot%20en%20la%20industria&f=false
- [10] G. M. Barrera, "Estilo arquitectónico para aplicaciones IoT," Buenos Aires: Universidad del Centro de Estudios Macroeconómicos de Argentina (UCEMA), Buenos Aires, 664, Nov. 2018. [Online]. Available: <https://www.econstor.eu/handle/10419/203805>
- [11] L. J. Del Val Román, "Industria 4.0: la transformación digital de la industria."
- [12] D. Sanz, M. Saucedo, and P. Torralbo, "Introducción a Android," p. 1, Apr. 2023, [Online]. Available: www.tecnologiaUCM.es
- [13] "Aprendiendo Sobre La Arquitectura De Android." [Online]. Available: <https://www.develou.com/aprendiendo-la-arquitectura-de-android/>

- [14] TASEL VENTILACION Y CONDUCTOS, "TASEL," Extractores de aire, tipos y usos en ventilación industrial. [Online]. Available: <https://www.tasel.es/extractores-de-aire-tipos-usos-ventilacion-industrial/>
- [15] Industrias GSL, "Extractor de aire." [Online]. Available: <https://industriasgsl.com/blogs/automatizacion/extractor-de-aire>
- [16] D. Karemm and M. Merelles, "Revista Cero Grados," *Extractores de aire*, Jul. 14, 2014. [Online]. Available: <https://0grados.com/extractores-de-aire/>
- [17] Navas sa, "5 beneficios que te aportará un extractor de aire." [Online]. Available: <https://navas-sa.com/climatizacion-y-ventilacion/extractor-de-aire>
- [18] H2O Tek, "DESHUMIDIFICADORES EN LA INDUSTRIA CERVECERA," Monterrey, Mexico, 2015. [Online]. Available: <https://deshumificador.mx/tips-y-noticias/deshumidificadores-en-la-industria-cervecera/>
- [19] Bry Air, "Exceso de humedad en la fabricación de cerveza," Colombo, Brasil. [Online]. Available: <https://www.bryair.com.br/es/blog/como-evitar-el-exceso-de-humedad-en-la-fabricacion-de-cerveza/>
- [20] Generalitat de Catalunya, *GUÍA DE PRÁCTICAS CORRECTAS DE HIGIENE PARA PEQUEÑOS PRODUCTORES DE CERVEZA*, vol. 1. Catalunya, España, 2019. [Online]. Available: http://coli.usal.es/web/Guias/pdf/GPCH_productores_cerveza.pdf
- [21] A. L. Quevedo, A. Lubo Palma, and M. Montiel Quintero, "Fatiga laboral y condiciones ambientales en una planta de envasado de una industria cervecera," *SALUD DE LOS TRABAJADORES*, MARACAY - VENEZUELA, pp. 37–38.
- [22] J. J. GOMEZ RODRIGUEZ and E. A. RUIZ LOPEZ, "Control de estres térmico en el área de producción, en una empresa del sector de plásticos," 2017.
- [23] A. G. Batioja Navarro, "Análisis y sistematización de métodos para aplicación de la ISO 9001:2008 en el área de cocimiento para la producción de cervezas en cervecería nacional," UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL, GUAYAQUIL, 2014.

8. ANEXOS

Al final de este documento se adjunta como anexo el manual de usuario, se agrega también como anexo la siguiente url, con acceso a documentos e información referente al proyecto desarrollado.

https://drive.google.com/drive/folders/1n8SebmmkFfQ0C_SPqQerq3ytf3ZDmpk0

MANUAL DE USUARIO

Partes del sistema

Dispositivo principal: Desde aquí puede visualizar estado del wifi, bluetooth y controlar el encendido y apagado manual del extractor

Pantalla OLED



Sensor de temperatura y humedad

Botón encendido manual de extractor

Dispositivo fuente de poder y Driver AC: Encargado de suministrar energía al dispositivo principal y driver AC

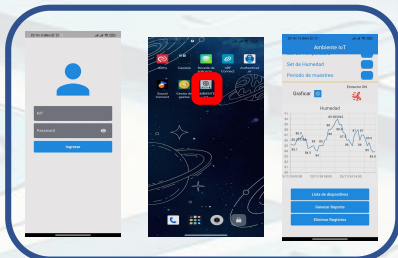
OUTPUT DC & CONTROL DE DRIVER AC



INPUT AC

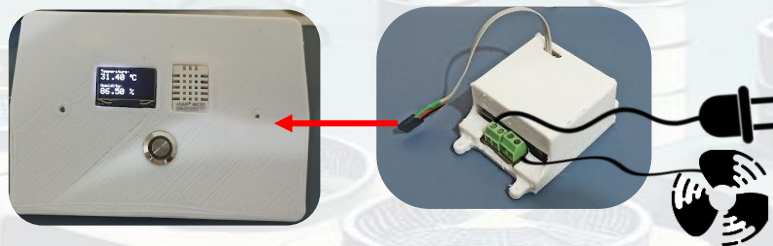
OUTPUT AC

Aplicación móvil: Desde aquí podrá gestionar sus dispositivos, configuración de parámetros, control del extractor, generar reportes, agregar o eliminar dispositivos y monitoreo del dispositivo de manera remota.



Pasos de Instalación

- ✓ Desconectar el suministro eléctrico y conectar por medio de la bornera (OUTPUT AC) los terminales del actuador (Extractor de aire).
- ✓ Conectar el a la bornera (INPUT AC) las líneas de fase y neutro del suministro eléctrico.
- ✓ Introducir el *dispositivo fuente de poder y driver AC* en la caja de instalación (caja eléctrica intramuros 4"x2" o 4"x4").
- ✓ Conectar output DC y control de driver AC a dispositivo principal

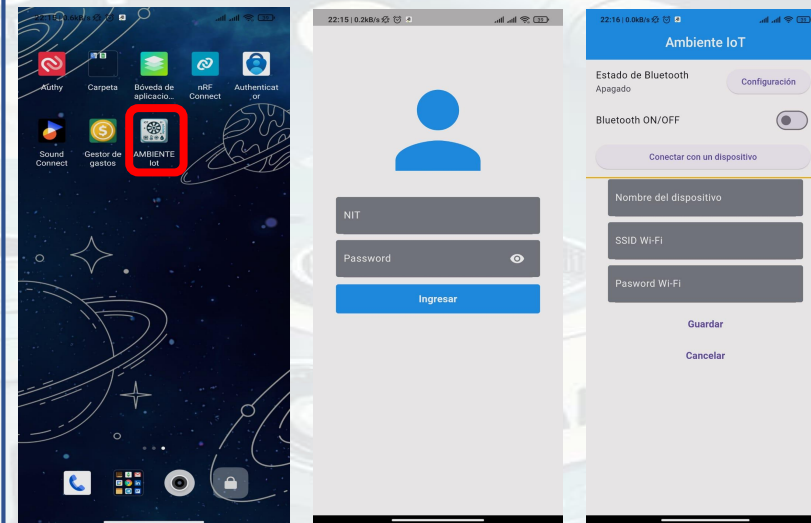


- ✓ Conectar el dispositivo a la red eléctrica, este debe encender, presentar un mensaje de saludo y valor de las condiciones ambientales (temperatura y humedad)
- ✓ Puede encender o apagar el extractor manualmente por medio del botón si lo presiona por un breve periodo de tiempo (menor a 3 segundos).

Uso de la aplicación móvil

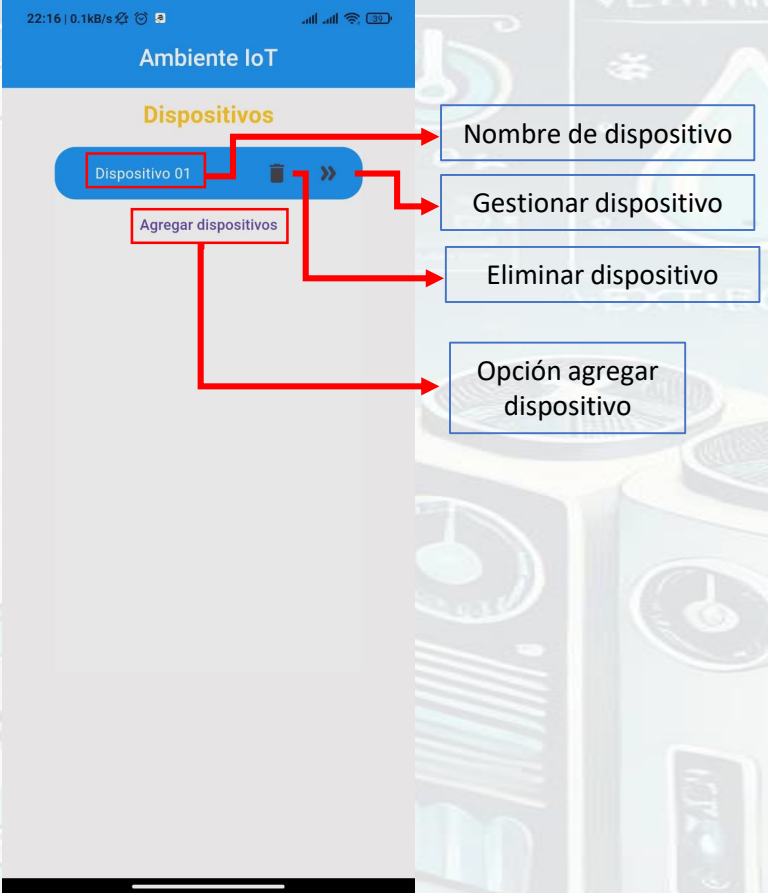
- ✓ Finalizada la instalación del dispositivo, este queda disponible para configuración de parámetros de las herramientas de automatización y gestión remota, para esto de debe presionar el botón durante 3 segundos, con esto el dispositivo enciende a activar bluetooth y mostrarse disponible para conexión por medio de esta tecnología, un indicador de esto es una luz intermitente alrededor del botón.

- ✓ Dado que el registro de usuarios en la base de dato se realiza de forma manual, este dispositivo contiene un usuario y password por defecto, en este caso se procede a ingresar desde la aplicación con las credenciales suministradas



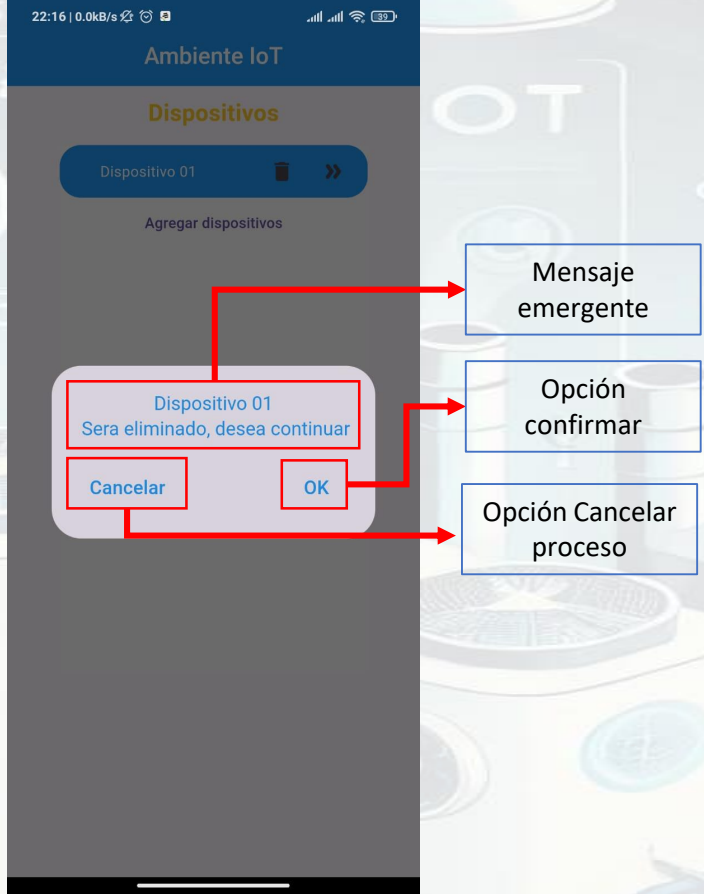
1. Abrir aplicación presionando sobre el icono
2. Ingresa los datos de las credenciales
3. Al iniciar sesión y no tener dispositivos agregados la aplicación te llevara directo a agregar un dispositivo, en este caso se debe conectar con el dispositivo a través de bluetooth y agregar nombre o identificador al dispositivo además de SSID y PASSWORD de la red Wi-Fi a la cual se va a conectar el dispositivo para la gestión remota y almacenamiento de datos en la nube, después de esto se presiona el botón de guardar para finalizar un registro exitoso.
4. Finalizado el registro la aplicación me lleva al menú principal, presentando una interfaz como se muestra en la siguiente imagen

Pantalla menú principal



Esta pantalla me permite navegar entre las principales opciones de la aplicación, opciones como lo son: agregar nuevos dispositivos, eliminarlos o gestionar cada uno de ellos, si presiona la opción "agregar dispositivos" la aplicación lo llevara a la pantalla anterior para agregar nuevos dispositivos, si por el contrario presiona sobre el icono de eliminar dispositivo, la aplicación arroja una ventana emergente pidiendo confirmación del proceso, así como se ve en la siguiente figura

Opción eliminar dispositivo



En este punto puede validar por medio del mensaje, que dispositivo va a eliminar, y por medio de los botones "OK" o "Cancelar" culminar el proceso, en caso tal decida eliminar el dispositivo los datos almacenados en base de datos serán eliminados, dado que la aplicación no maneja datos de manera local. Si por el contrario en la pantalla de menú principal selecciono "gestionar dispositivo" la aplicación presentara una pantalla como las mostradas a continuación.

Opción gestión de dispositivo



Desde esta pantalla puede configurar los valores máximos de temperatura y humedad relativa que serán usados como parámetro de entrada para encender o apagar el extractor de aire de manera automática, adicional agregar un valor en minutos con el cual el usuario desea se registre los datos de las variables ambientales en la nube. Se presenta además dos iconos usados para seleccionar la variable que desee graficar y/o encender o apagar el extractor directo desde la aplicación, finalmente se presenta la grafica seleccionada con los últimos datos almacenados en la nube y una serie de 3 botones para regresarme al menú principal, generar un reporte con datos históricos en formato .csv y poder compartirlo o eliminar registros históricos de la base de datos