

PROYECTO

Sistema de Información para la Prevención de Riesgos por Gases Tóxicos mediante el Internet de las Cosas (Iot) y Alertas Móviles en Tiempo Real.

PROGRAMA DE ESTUDIOS:

Arquitectura de Plataformas y Servicios de Tecnología de Información

DOCENTE ASESOR:

Ing. Elizabeth Rocio Silverio Juarez

INTEGRANTES:

Jose Guillermo Chambilla Quispe
Dorian Fabian Liñan Madrid
Rudy Froilan Uscamayta Suaña
Marcos Steven Apaza Chipana
Habib Alfredo Yanapa Munaylla

MOQUEGUA – PERÚ

2026

PRESENTACIÓN

La innovación tecnológica desempeña un papel fundamental en la solución de los problemas que afectan la seguridad y el bienestar de las personas. Actualmente, el uso del Internet de las Cosas (IoT) ha permitido desarrollar sistemas inteligentes capaces de monitorear variables del entorno en tiempo real, facilitando la prevención de accidentes y la toma de decisiones oportunas.

El presente proyecto denominado "Sistema de Información para la Prevención de Riesgos por Gases Tóxicos mediante IoT y Alertas Móviles en Tiempo Real" surge como una propuesta tecnológica orientada a reducir los riesgos ocasionados por la presencia de gases peligrosos en ambientes cerrados como viviendas, cocinas, laboratorios, talleres, almacenes e instalaciones industriales.

La propuesta consiste en el diseño e implementación de un prototipo inteligente que integra sensores de detección de gases, un microcontrolador ESP32, comunicación inalámbrica mediante Wi-Fi y una aplicación móvil que permite enviar notificaciones automáticas cuando los niveles de concentración de gases superan los valores permitidos. Además, el sistema incorpora alarmas sonoras y visuales para advertir inmediatamente a las personas presentes en el lugar.

Este proyecto busca demostrar que la integración de tecnologías IoT puede convertirse en una alternativa eficiente, económica y escalable para mejorar la seguridad de las personas, minimizar pérdidas materiales y contribuir a la prevención de accidentes ocasionados por fugas de gases tóxicos o inflamables.

Finalmente, este trabajo representa la aplicación de los conocimientos adquiridos durante la formación profesional en el Programa de Estudios de Arquitectura de Plataformas y Servicios de Tecnologías de Información, promoviendo el desarrollo de soluciones innovadoras con impacto social y tecnológico.

RESUMEN

El presente proyecto de innovación tecnológica propone el desarrollo de un sistema inteligente para la detección temprana de humo y gases inflamables mediante el uso de tecnologías IoT, con el propósito de prevenir accidentes y proteger la integridad de las personas en diferentes ambientes cerrados.

El sistema está conformado por un sensor MQ-135, encargado de detectar la presencia de humo y gases inflamables en el ambiente. La información obtenida es procesada por un módulo ESP32, el cual analiza continuamente las mediciones registradas por el sensor. Cuando los valores superan el umbral previamente establecido, el sistema activa una alarma sonora y visual, además de enviar notificaciones automáticas hacia una plataforma IoT mediante conexión Wi-Fi, permitiendo el monitoreo remoto en tiempo real.

El proyecto fue desarrollado siguiendo una metodología basada en el diseño, implementación y validación de un prototipo funcional, permitiendo evaluar el correcto funcionamiento de los componentes electrónicos y del sistema de comunicación. Asimismo, se emplearon herramientas como Tinkercad para la simulación electrónica, Arduino IDE para la programación del módulo ESP32 y una plataforma IoT para el monitoreo remoto y la gestión de alertas.

Los resultados obtenidos demostraron que el sistema detecta de manera oportuna la presencia de humo y gases inflamables, activa las alarmas locales y envía notificaciones en tiempo real al usuario, contribuyendo a reducir los riesgos asociados a posibles incidentes en viviendas, instituciones educativas, laboratorios y otros ambientes cerrados.

En conclusión, el desarrollo del presente proyecto evidencia que la integración del sensor MQ-135, el módulo ESP32 y las tecnologías IoT constituye una alternativa tecnológica eficiente, económica y de fácil implementación para fortalecer la seguridad, el monitoreo ambiental y la prevención de riesgos.

INDICE GENERAL

PRESENTACIÓN 2
RESUMEN 3
1. INFORMACIÓN GENERAL 6
1.1. Título del Proyecto 6
1.2. Categoría del Proyecto 6
1.3. Área/Línea de Investigación/Innovación 6
1.3.1. Área: 6
1.3.2. Línea: 6
1.3.3. Programa de Estudios: 6
1.3.4. Equipo Innovador: 6
2. DESCRIPCIÓN DE LA INNOVACIÓN 7
2.1. El Problema 7
2.2. Objetivo de la Innovación 7
2.2.1. Objetivo General: 7
2.2.2. Objetivos Específicos: 8
2.3. Justificación 8
2.4. Marco Referencial 9
2.4.1. Antecedentes de la Innovación: 9
2.4.2. Bases Teóricas 10
2.4.3. Definición de Términos Básicos 14
3. EJECUCIÓN DEL PROYECTO 15
3.2. Actividades de Inicio 15
3.3. Metodología Utilizada 16
3.3.1. Organización del Equipo de Trabajo 18
3.3.2. Recursos Utilizados: 19
3.3.3. Cronograma de Actividades 19
3.3.4. Resultados Esperados de la Ejecución 20
3.4. Actividades de Desarrollo de la Innovación 20

3.3.1. Diseño y Construcción de la Innovación 20
3.3.1.1. Arquitectura General del Proyecto 23
3.3.1.2. Diagrama de Bloques del Sistema 23
3.3.1.3. Diagrama de Flujo del Sistema 24
3.3.1.4. Diseño del Circuito Electrónico 25
3.3.1.5. Selección de Componentes Electrónicos 25
3.3.1.6. Implementación del Hardware 26
3.3.1.7. Programación del ESP32 28
3.3.1.8. Integración Hardware – Software 30
3.3.1.9. Presupuesto del Proyecto 31
3.3.2. Pruebas Realizadas 32
3.3.2.1. Integración General del Sistema 33
3.3.2.2. Funcionamiento Integrado del Sistema 33
3.3.2.3. Escenarios de Prueba 33
3.3.2.4. Resultados de las Pruebas 35
3.3.2.5. Validación del Sistema 36
3.3.3. Impactos 36
3.3.3.1. Impacto Tecnológico 36
3.3.3.2. Impacto Económico 36
3.3.3.3. Impacto Social 37
3.3.3.4. Beneficios de la Innovación 37
3.3.3.6. Plan de Contingencia 37
3.3.3.7. Plan de Mantenimiento 38
3.3.3.8. Manual de Instalación del Sistema 39
3.3.3.9. Manual de Usuario 41
CONCLUSIONES 42
RECOMENDACIONES 43
REFERENCIAS 43
ANEXOS 44

1. INFORMACIÓN GENERAL

1.1. Título del Proyecto

Sistema de Información para la Prevención de Riesgos por Gases Tóxicos mediante IoT y Alertas Móviles en Tiempo Real.

1.2. Categoría del Proyecto

"Transformación Digital e Innovación Tecnológica"

El presente proyecto pertenece a la categoría de innovación tecnológica porque desarrolla un prototipo funcional basado en tecnologías digitales, sensores inteligentes y comunicación mediante Internet de las Cosas (IoT), orientado a mejorar la seguridad de las personas mediante la detección temprana de humo y gases inflamables.

1.3. Área/Línea de Investigación/Innovación

1.3.1. Área:

Tecnologías de la Información y Comunicaciones.

1.3.2. Línea:

Sistemas Inteligentes, Internet de las Cosas (IoT) y Automatización.

1.3.3. Programa de Estudios:

Arquitectura de Plataformas y Servicios de Tecnologías de Información.

1.3.4. Equipo Innovador:

Docente Asesor**:**

- Ing. Elizabeth Rocio Silverio Juárez

Integrantes:

- Jose Guillermo Chambilla Quispe
- Dorian Fabian Liñán Madrid
- Rudy Froilan Uscamayta Suaña
- Marcos Steven Apaza Chipana
- Habib Alfredo Yanapa Munaylla

2. DESCRIPCIÓN DE LA INNOVACIÓN

2.1. El Problema

La seguridad en ambientes cerrados constituye una preocupación permanente debido a los riesgos ocasionados por la acumulación de humo y gases inflamables. Estos eventos pueden provocar incendios, explosiones y otros accidentes que generan pérdidas materiales y ponen en peligro la integridad de las personas.

En viviendas, laboratorios, cocinas, talleres, almacenes y pequeñas empresas, la detección de humo suele depender de la observación directa de las personas. Cuando el lugar permanece desocupado o el incidente ocurre durante la noche, el tiempo de respuesta aumenta considerablemente, incrementando la probabilidad de daños.

Aunque existen detectores comerciales, muchos de ellos ofrecen únicamente alarmas locales y no cuentan con mecanismos para informar al usuario cuando este se encuentra fuera del lugar. Asimismo, algunos sistemas presentan costos elevados, requieren instalaciones especializadas o dependen de infraestructuras que no siempre están disponibles.

El avance de las tecnologías de Internet de las Cosas (IoT) ha permitido desarrollar soluciones de bajo costo capaces de monitorear continuamente las condiciones ambientales mediante sensores inteligentes, procesar la información utilizando microcontroladores como el ESP32 y transmitir alertas en tiempo real hacia plataformas IoT y dispositivos móviles.

En este contexto surge la necesidad de diseñar un sistema de información que permita detectar oportunamente la presencia de humo y gases inflamables, utilizando el sensor MQ-135, el módulo ESP32 y comunicación inalámbrica mediante Wi-Fi para reducir el tiempo de respuesta ante situaciones de emergencia.

La propuesta busca ofrecer una solución tecnológica accesible, escalable y de fácil implementación, orientada tanto al ámbito académico como a aplicaciones reales en viviendas, instituciones educativas y pequeñas empresas.

2.2. Objetivo de la Innovación

2.2.1. Objetivo General:

Diseñar e implementar un sistema de información basado en tecnologías de Internet de las Cosas (IoT) para la detección de humo y gases inflamables, capaz de generar alertas móviles en tiempo real con el propósito de prevenir riesgos y mejorar la seguridad en ambientes cerrados.

2.2.2. Objetivos Específicos:

- Analizar las necesidades relacionadas con la detección temprana de humo y gases inflamables en ambientes cerrados.
- Diseñar la arquitectura del sistema integrando el sensor MQ-135, el módulo ESP32 y la comunicación inalámbrica mediante Wi-Fi.
- Implementar un prototipo funcional utilizando el sensor MQ-135 y el módulo ESP32.
- Desarrollar el software encargado del monitoreo continuo, el procesamiento de las mediciones y la generación automática de alertas.
- Integrar una plataforma IoT que permita visualizar el estado del sistema y recibir notificaciones en tiempo real desde un dispositivo móvil.
- Realizar pruebas de funcionamiento para evaluar la precisión del sistema, la estabilidad de la comunicación y la respuesta ante diferentes escenarios.
  Analizar la viabilidad técnica, económica y operativa de la propuesta para futuras implementaciones.

2.3. Justificación

La implementación de un sistema inteligente para la detección de humo y gases inflamables responde a la necesidad de fortalecer las medidas preventivas frente a riesgos que pueden afectar la seguridad de las personas y la infraestructura.

Desde el punto de vista tecnológico, el proyecto aprovecha plataformas de hardware libre y tecnologías IoT para desarrollar una solución moderna, flexible y escalable. La integración del sensor MQ-135 con el módulo ESP32 permite construir un sistema de monitoreo continuo con capacidad para procesar la información, activar alarmas locales y enviar notificaciones automáticas en tiempo real mediante una plataforma IoT.

Desde el punto de vista académico, el proyecto contribuye al fortalecimiento de las competencias del Programa de Estudios de Arquitectura de Plataformas y Servicios de Tecnologías de Información, integrando conocimientos de programación, redes, electrónica, Internet de las Cosas (IoT) y desarrollo de sistemas inteligentes.

En el ámbito económico, la utilización de componentes electrónicos de bajo costo reduce significativamente el presupuesto de implementación en comparación con soluciones comerciales, facilitando su adopción por instituciones educativas, pequeñas empresas y usuarios particulares.

Desde la perspectiva social, la propuesta promueve una cultura de prevención mediante la detección temprana de humo y gases inflamables, contribuyendo a disminuir la probabilidad de accidentes y a mejorar la protección de las personas y de los bienes materiales.

2.4. Marco Referencial

2.4.1. Antecedentes de la Innovación:

El desarrollo de sistemas inteligentes para la detección de humo y gases inflamables ha cobrado gran importancia durante los últimos años debido al crecimiento de las tecnologías basadas en el Internet de las Cosas (IoT). Estas soluciones permiten monitorear continuamente el ambiente mediante sensores electrónicos, procesar información en tiempo real y generar alertas automáticas que contribuyen a prevenir accidentes y proteger la integridad de las personas.

A nivel internacional, diversas investigaciones han demostrado que la integración de sensores de gases con microcontroladores y plataformas IoT constituye una alternativa eficiente para la prevención de incendios, fugas de gas y otros eventos de riesgo. El empleo de dispositivos como el ESP32 y sensores de la familia MQ ha permitido desarrollar sistemas de bajo costo, con altos niveles de confiabilidad, ampliamente utilizados en viviendas inteligentes, laboratorios, industrias y edificios comerciales.

En Latinoamérica, universidades e institutos tecnológicos han impulsado proyectos de innovación enfocados en el monitoreo ambiental mediante hardware libre y tecnologías inalámbricas. Estos trabajos han evidenciado que la implementación de sistemas de alerta temprana mejora significativamente el tiempo de respuesta frente a situaciones de emergencia, además de reducir los costos asociados a los sistemas comerciales de detección.

En el Perú, la incorporación de tecnologías basadas en Internet de las Cosas (IoT) en proyectos académicos ha experimentado un crecimiento constante durante los últimos años. Diversas instituciones de educación superior han desarrollado prototipos orientados a la automatización, el monitoreo ambiental y la seguridad electrónica, utilizando plataformas como el ESP32 y sensores inteligentes. Estos proyectos han demostrado la viabilidad técnica y económica de implementar soluciones de bajo costo adaptadas a las necesidades del entorno nacional.

Considerando estos antecedentes, el presente proyecto propone el diseño e implementación de un sistema de información para la detección de humo y gases inflamables mediante tecnologías IoT y alertas móviles en tiempo real, integrando tecnologías modernas que permitan mejorar la seguridad de las personas y facilitar el monitoreo remoto de ambientes cerrados.

2.4.2. Bases Teóricas

- Sistema de Información:

Un sistema de información es un conjunto organizado de recursos tecnológicos, procedimientos y personas que trabajan de manera coordinada para recopilar, procesar, almacenar y distribuir información con el propósito de apoyar la toma de decisiones y mejorar la gestión de procesos.

En este proyecto, el sistema de información está orientado al monitoreo de la calidad del aire. Su función consiste en captar los datos provenientes del sensor MQ-135, procesarlos mediante el módulo ESP32 y transmitir la información hacia una plataforma IoT, permitiendo que el usuario reciba alertas oportunas cuando se detecten condiciones de riesgo.

Los sistemas de información modernos se caracterizan por integrar tecnologías digitales, comunicaciones inalámbricas y procesamiento en tiempo real, aspectos que constituyen la base del desarrollo de esta propuesta de innovación.

- Innovación Tecnológica:

La innovación tecnológica consiste en la aplicación de conocimientos científicos y tecnológicos para desarrollar nuevos

productos, procesos o servicios que aporten mejoras significativas respecto a las soluciones existentes.

El presente proyecto representa una innovación tecnológica al integrar el sensor MQ-135, el módulo ESP32 y una plataforma IoT en una solución capaz de detectar humo y gases inflamables, generar alertas automáticas y facilitar el monitoreo remoto mediante dispositivos móviles.

La propuesta busca ofrecer una alternativa accesible, escalable y de bajo costo, adecuada para viviendas, instituciones educativas, talleres, laboratorios y pequeñas empresas.

- Internet de las Cosas (IoT):

El Internet de las Cosas (IoT) es una tecnología que permite conectar dispositivos físicos a Internet para intercambiar información de forma automática. Estos dispositivos incorporan sensores, microcontroladores y módulos de comunicación que recopilan datos del entorno y los envían a plataformas donde pueden ser procesados y visualizados en tiempo real.

Su funcionamiento comprende cuatro etapas principales:

- ✓ Captura de datos mediante sensores.
- ✓ Procesamiento local utilizando microcontroladores.
- ✓ Transmisión de información a través de redes de comunicación.
- ✓ Visualización y control mediante aplicaciones o plataformas en la nube.

En el proyecto desarrollado, el sensor MQ-135 detecta la presencia de humo y gases inflamables, mientras que el módulo ESP32 procesa las mediciones y transmite la información mediante una red Wi-Fi hacia la plataforma IoT, permitiendo que el usuario reciba notificaciones automáticas en tiempo real.

- Automatización

La automatización consiste en la utilización de dispositivos electrónicos y sistemas de control para ejecutar procesos de manera automática, reduciendo la intervención humana y aumentando la eficiencia operativa.

En el contexto del presente proyecto, la automatización permite que el sistema supervise continuamente la calidad del aire, detecte situaciones de riesgo y active alarmas de forma automática sin necesidad de intervención del usuario.

Entre los principales beneficios de la automatización destacan:

- ✓ Reducción de errores humanos.
- ✓ Monitoreo continuo.
- ✓ Respuesta inmediata ante eventos críticos.
- ✓ Mayor confiabilidad.
- ✓ Optimización de recursos.

- Sistemas Embebidos

Los sistemas embebidos son dispositivos electrónicos diseñados para ejecutar funciones específicas mediante la integración de hardware y software.

Se caracterizan por:

- ✓ Bajo consumo energético.
- ✓ Tamaño reducido.
- ✓ Funcionamiento continuo.
- ✓ Alta confiabilidad.
- ✓ Capacidad para interactuar con sensores y actuadores.

El módulo ESP32 utilizado en este proyecto es un sistema embebido ampliamente empleado en aplicaciones de Internet de las Cosas (IoT) y automatización, gracias a su capacidad de procesamiento, conectividad Wi-Fi y versatilidad para el desarrollo de sistemas inteligentes.

- Sensores Electrónicos

Un sensor electrónico es un dispositivo capaz de detectar cambios físicos o químicos en el entorno y convertirlos en señales eléctricas que pueden ser interpretadas por un microcontrolador.

Existen sensores para medir diferentes variables, tales como:

- ✓ Temperatura.
- ✓ Humedad.
- ✓ Presión.
- ✓ Movimiento.

- ✓ Luz.
- ✓ Sonido.
- ✓ Calidad del aire.
- ✓ Gases combustibles.

En el presente proyecto se emplea el sensor MQ-135, especializado en la detección de humo y gases inflamables, permitiendo identificar condiciones potencialmente peligrosas antes de que se produzcan accidentes.

- Sensor MQ-135

El sensor MQ-135 es uno de los dispositivos más utilizados para la detección de humo y gases inflamables. Su funcionamiento se basa en la variación de la resistencia eléctrica de un material semiconductor cuando entra en contacto con diferentes concentraciones de gases presentes en el ambiente.

Este sensor puede detectar sustancias como:

- ✓ Gas Licuado de Petróleo (GLP).
- ✓ Metano.
- ✓ Propano.
- ✓ Butano.
- ✓ Hidrógeno.
- ✓ Humo.

Entre sus principales características destacan:

- ✓ Alimentación de 5 V.
- ✓ Salida analógica y digital.
- ✓ Alta sensibilidad.
- ✓ Fácil integración con Arduino.
- ✓ Bajo costo.
- ✓ Amplia disponibilidad comercial.

Gracias a estas características, el sensor MQ-135 fue seleccionado como el elemento principal para la detección de humo y gases inflamables dentro del sistema desarrollado.

- Módulo ESP32

El ESP32 es un microcontrolador de alto rendimiento que incorpora conectividad Wi-Fi y Bluetooth, lo que permite desarrollar aplicaciones de Internet de las Cosas sin necesidad de módulos de comunicación adicionales.

Entre sus principales características se encuentran:

- ✓ Procesador de 32 bits.
- ✓ Conectividad Wi-Fi integrada.
- ✓ Bluetooth clásico y Bluetooth Low Energy (BLE).
- ✓ Entradas y salidas digitales.
- ✓ Entradas analógicas para sensores.
- ✓ Bajo consumo energético.
- ✓ Compatibilidad con Arduino IDE.

En el presente proyecto, el ESP32 constituye la unidad principal de procesamiento. Se encarga de adquirir las lecturas del sensor MQ-135, controlar los dispositivos de alerta, establecer la conexión con la red Wi-Fi y transmitir la información hacia la plataforma IoT para su monitoreo en tiempo real.

2.4.3. Definición de Términos Básicos

Para facilitar la comprensión del presente proyecto, a continuación, se presentan los principales términos técnicos utilizados durante el desarrollo de la propuesta:

- ESP32: Microcontrolador de alto rendimiento que incorpora conectividad Wi-Fi y Bluetooth, permitiendo el procesamiento de datos y su transmisión hacia plataformas IoT para el monitoreo remoto.
- Internet de las Cosas (IoT): Tecnología que permite la interconexión de dispositivos físicos a través de Internet para recopilar, intercambiar y procesar información de manera automática.
- Sensor MQ-135: Sensor electrónico utilizado para detectar la presencia de humo y gases inflamables, como GLP, propano, metano, butano e hidrógeno.
- Microcontrolador: Circuito integrado programable encargado de controlar el funcionamiento de un sistema electrónico mediante la ejecución de instrucciones previamente definidas.

- Wi-Fi: Tecnología de comunicación inalámbrica que permite conectar dispositivos a una red local e Internet para el intercambio de información.
- Alerta móvil: Notificación automática enviada al dispositivo móvil del usuario cuando el sistema detecta una condición de riesgo.
- Monitoreo en tiempo real: Supervisión continua de una variable, permitiendo la actualización inmediata de la información y una respuesta oportuna ante eventos detectados.
- Sistema de información: Conjunto organizado de componentes tecnológicos, procedimientos y recursos que permiten recopilar, procesar, almacenar y distribuir información para apoyar la toma de decisiones.

3. EJECUCIÓN DEL PROYECTO

3.2. Actividades de Inicio

Antes de iniciar la construcción del prototipo, se desarrolló una etapa de planificación con el propósito de organizar las actividades necesarias para el diseño, implementación y validación del sistema de detección de humo y gases inflamables mediante tecnologías de Internet de las Cosas (IoT).

Durante esta fase se realizó un análisis de la problemática relacionada con la detección tardía de humo y gases en ambientes cerrados, identificando las necesidades que debía atender la propuesta tecnológica. Asimismo, se revisó información técnica sobre sensores electrónicos, sistemas embebidos, comunicación inalámbrica y plataformas IoT, con el fin de seleccionar los componentes y herramientas más adecuados para el desarrollo del proyecto.

Posteriormente, se definieron los objetivos, el alcance y los requerimientos funcionales del sistema, estableciendo las características que debía cumplir el prototipo para responder a las necesidades identificadas. Entre los principales requerimientos se consideraron la detección de humo y gases inflamables en tiempo real, la generación de alertas sonoras y visuales, el envío de notificaciones mediante Internet y el monitoreo remoto desde un dispositivo móvil.

Una vez establecidos los requerimientos, se procedió a seleccionar los componentes electrónicos y las herramientas de software que serían utilizadas durante la implementación. Para ello se priorizaron criterios de funcionalidad, disponibilidad comercial, facilidad de programación, compatibilidad entre dispositivos y costo de adquisición.

Los principales componentes seleccionados fueron:

- Módulo ESP32 como unidad principal de procesamiento y comunicación.
- Sensor MQ-135 para la detección de humo y gases inflamables.
- LEDs indicadores para mostrar visualmente el estado del sistema.
- Buzzer para la generación de alertas sonoras.
- Protoboard y cables de conexión para el montaje del circuito electrónico.
- Fuente de alimentación para energizar el sistema.

Asimismo, se definieron las herramientas de desarrollo que permitieron diseñar, programar y validar el funcionamiento del prototipo.

Finalmente, se elaboró un cronograma de actividades que permitió organizar cada una de las etapas del proyecto, facilitando el seguimiento del avance, la distribución de tareas y el cumplimiento de los objetivos establecidos.

3.3. Metodología Utilizada

Para el desarrollo del presente proyecto se adoptó una metodología incremental basada en prototipos, debido a que este enfoque permite construir y evaluar el sistema de forma progresiva, realizando pruebas y ajustes continuos en cada etapa del desarrollo.

La metodología estuvo conformada por las siguientes fases:

- Fase I: Investigación

En esta etapa se realizó una revisión bibliográfica sobre sistemas de monitoreo ambiental, sensores electrónicos, Internet de las Cosas (IoT), comunicación inalámbrica y proyectos relacionados con la detección de humo y gases inflamables.

Asimismo, se analizaron diferentes alternativas de hardware y software con el propósito de seleccionar los componentes más

adecuados, considerando criterios de costo, disponibilidad, facilidad de programación, compatibilidad y rendimiento.

- Fase II: Análisis del Problema

Posteriormente, se identificó la problemática relacionada con la detección tardía de humo y gases inflamables en ambientes cerrados.

Durante esta fase se definieron los requerimientos funcionales y no funcionales del sistema, estableciendo las características que debía cumplir el prototipo para responder a las necesidades identificadas.

Entre los requerimientos funcionales definidos se encuentran:

- ✓ Detectar humo en tiempo real.
- ✓ Detectar gases inflamables.
- ✓ Generar alertas locales.
- ✓ Enviar notificaciones al teléfono móvil.
- ✓ Mantener monitoreo permanente.
- ✓ Operar mediante conexión Wi-Fi.

- Fase III: Diseño

En esta etapa se diseñó la arquitectura general del sistema, definiendo la interacción entre los distintos componentes electrónicos.

Asimismo, se elaboraron los diagramas correspondientes al funcionamiento del sistema, incluyendo:

- ✓ Arquitectura general.
- ✓ Diagrama de bloques.
- ✓ Diagrama de flujo.
- ✓ Esquema de conexiones.
- ✓ Flujo de comunicación entre dispositivos.

También se seleccionaron los componentes electrónicos considerando aspectos técnicos, económicos y de compatibilidad entre ellos.

- Fase IV: Implementación

Durante esta fase se realizó el ensamblaje físico del prototipo sobre una protoboard, permitiendo efectuar modificaciones durante el

proceso de desarrollo sin necesidad de fabricar una placa electrónica definitiva.

Posteriormente se realizaron las conexiones entre el módulo ESP32, el sensor MQ-135, los LEDs indicadores y el buzzer, verificando el correcto funcionamiento de cada uno de los dispositivos. Finalmente, se desarrolló el software encargado de controlar el funcionamiento del sistema, procesar las lecturas del sensor, activar las alarmas locales y transmitir la información hacia la plataforma IoT mediante conexión Wi-Fi.

- Fase V: Integración y Validación

Una vez implementados el hardware y el software, se integraron todos los componentes del sistema para comprobar su funcionamiento conjunto.

Durante esta fase se realizaron diversas pruebas orientadas a verificar la lectura del sensor MQ-135, el procesamiento de la información por parte del ESP32, el funcionamiento de los indicadores luminosos y la alarma sonora, así como la transmisión de datos hacia la plataforma IoT y la recepción de notificaciones en tiempo real. Los resultados obtenidos permitieron comprobar el correcto funcionamiento del prototipo y validar el cumplimiento de los objetivos establecidos para el proyecto.

3.3.1. Organización del Equipo de Trabajo

Para garantizar el desarrollo adecuado del proyecto se distribuyeron responsabilidades entre los integrantes del equipo, permitiendo aprovechar las habilidades individuales de cada participante.

La organización del trabajo favoreció una ejecución ordenada y facilitó el cumplimiento de los objetivos establecidos.

Integrante	Responsabilidad
Docente Asesora: Ing. Elizabeth Rocio Silverio Juarez	Supervisión técnica y revisión del proyecto
Integrante 1: Jose Guillermo Chambilla Quispe	Investigación y documentación
Integrante 2: Marcos Steven Apaza Chipana	Diseño del sistema
Integrante 3: Dorian Fabian Liñan Madrid	Configuración ESP32
Integrante 4: Rudy Froilan Uscamayta Suaña	Integración del hardware
Integrante 5: Habib Alfredo Yanapa Munaylla	Pruebas y documentación final

3.3.2. Recursos Utilizados:

La ejecución del proyecto requirió la utilización de recursos humanos, tecnológicos y materiales que hicieron posible el desarrollo del prototipo.

- Recursos Humanos

Los recursos humanos estuvieron conformados por el equipo de estudiantes responsables del desarrollo del proyecto y la docente asesora encargada del seguimiento académico.

Cada integrante asumió funciones específicas relacionadas con investigación, programación, implementación y documentación.

- Recursos Tecnológicos

Para el desarrollo del sistema fueron necesarias diversas herramientas de software y equipos informáticos.

Recursos Tecnológicos	
Recurso	**Función**
Computadora portátil	Desarrollo del software
Plataforma IoT	Visualización de datos
Navegador Web	Acceso a la plataforma
Conexión Wi-Fi	Comunicación del sistema
Multímetro Digital	Verificación de voltajes

3.3.3. Cronograma de Actividades

Con el propósito de organizar las actividades del proyecto se elaboró un cronograma de trabajo que permitió establecer el orden de ejecución y el tiempo estimado para cada fase.

Actividad	Sem. 1	Sem. 2	Sem. 3	Sem. 4	Sem. 5	Sem. 6
Investigación	X	X				
Recolección de información	X	X				
Diseño del sistema		X	X			
Selección de componentes		X	X			
Implementación del hardware			X	X		
Desarrollo del software			X	X	X	
Integración del sistema				X	X	
Pruebas del prototipo					X	X
Corrección de errores					X	X
Elaboración del informe						X

3.3.4. Resultados Esperados de la Ejecución

Al concluir el desarrollo del proyecto, se espera implementar un prototipo completamente funcional que permita la detección de humo y gases inflamables en tiempo real, así como el envío de alertas automáticas a través del módulo ESP32 y una plataforma IoT, con el fin de mejorar la seguridad y facilitar una respuesta rápida ante posibles emergencias.

El sistema deberá ser capaz de operar de manera continua, garantizando una respuesta rápida ante situaciones de riesgo y facilitando el monitoreo remoto por parte del usuario.

Además, se espera que la solución desarrollada pueda servir como base para futuras investigaciones y proyectos relacionados con la automatización, la seguridad electrónica y el Internet de las Cosas.

3.4. Actividades de Desarrollo de la Innovación

3.3.1. Diseño y Construcción de la Innovación

Una vez finalizadas las actividades de planificación y definido el diseño de la solución tecnológica, se inició la etapa de desarrollo del proyecto, la cual comprendió el diseño de la arquitectura del sistema, la selección de los componentes electrónicos, la construcción del circuito, la programación del módulo ESP32, la integración de la plataforma IoT y la realización de pruebas preliminares de funcionamiento.

El objetivo principal de esta etapa fue desarrollar un prototipo funcional capaz de detectar humo y gases inflamables en tiempo real, generar alertas locales mediante indicadores luminosos y una alarma sonora, y transmitir la información hacia una plataforma IoT para su monitoreo remoto.

Durante la construcción del prototipo se utilizaron componentes electrónicos de bajo costo y herramientas de software de libre acceso, facilitando la implementación de la propuesta y permitiendo que pueda ser replicada por instituciones educativas o por personas interesadas en el desarrollo de soluciones basadas en Internet de las Cosas.

- ✓ Arquitectura del Sistema

La arquitectura propuesta está organizada en cinco niveles funcionales que trabajan de forma coordinada para realizar el monitoreo ambiental y la generación de alertas.

- ✓ Nivel de Captura de Datos

Corresponde al primer nivel del sistema y está conformado por el sensor MQ-135, encargado de monitorear continuamente la presencia de humo y gases inflamables en el ambiente.

El sensor detecta las variaciones en la concentración de estos gases y las convierte en una señal eléctrica analógica, la cual es enviada al módulo ESP32 para su procesamiento.

Este proceso de monitoreo se realiza de forma continua mientras el sistema permanezca en funcionamiento, permitiendo la detección oportuna de posibles situaciones de riesgo.

- ✓ Nivel de Procesamiento

El segundo nivel está conformado por el módulo ESP32, el cual recibe la información proveniente del sensor MQ-135 y ejecuta el algoritmo de procesamiento encargado de analizar las lecturas obtenidas en tiempo real.

Entre sus principales funciones se encuentran:

- Leer continuamente los valores del sensor MQ-135.

- Comparar las mediciones con un valor umbral previamente establecido.
- Determinar el estado del ambiente en función de la concentración de humo y gases inflamables.
- Activar las alarmas locales cuando se detecten niveles de riesgo.
- Transmitir los datos y las alertas a la plataforma IoT mediante conexión Wi-Fi.

El ESP32 constituye la unidad principal de procesamiento del sistema, ya que integra la adquisición de datos, el análisis de las mediciones, el control de las alarmas y la comunicación inalámbrica con la plataforma IoT.

✓ Nivel de Comunicación

El tercer nivel corresponde a la capa de comunicación del sistema, implementada mediante las capacidades de conectividad Wi-Fi integradas en el módulo ESP32.

Su principal función consiste en transmitir los datos obtenidos y procesados hacia la plataforma IoT, permitiendo el monitoreo remoto del sistema en tiempo real.

El ESP32 establece la conexión con la red Wi-Fi y envía la información de las mediciones, así como las alertas generadas cuando se detectan niveles peligrosos de humo o gases inflamables.

Gracias a esta conectividad, el sistema permite la supervisión continua y el acceso remoto a la información desde cualquier dispositivo con acceso a Internet.

✓ Nivel de Plataforma IoT

Este nivel permite almacenar y visualizar la información enviada por el ESP32.

La plataforma seleccionada recibe los datos provenientes del sistema y realiza las siguientes funciones:

- Mostrar el estado del sensor.
- Registrar eventos de alarma.
- Actualizar la información en tiempo real.
- Enviar notificaciones al usuario.

- ✓ Nivel de Usuario

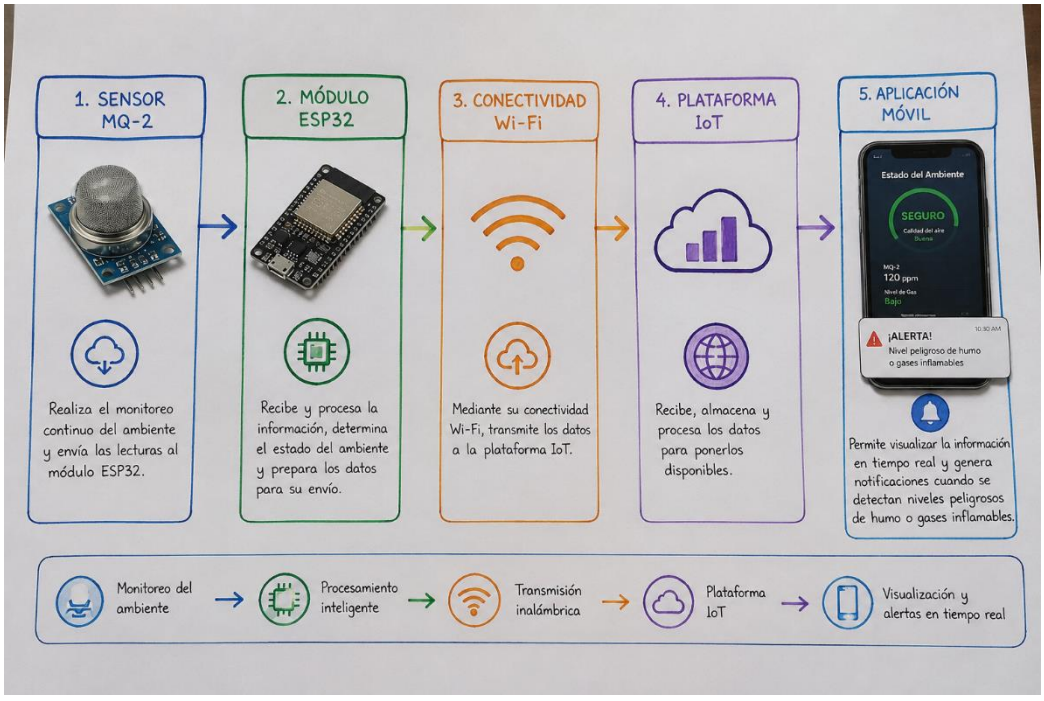
El último nivel está conformado por la aplicación móvil.

El usuario podrá acceder desde cualquier lugar con conexión a Internet para visualizar el estado del sistema y recibir alertas automáticas cuando se detecte una condición de riesgo.

Esta interacción mejora significativamente el tiempo de respuesta frente a posibles emergencias.

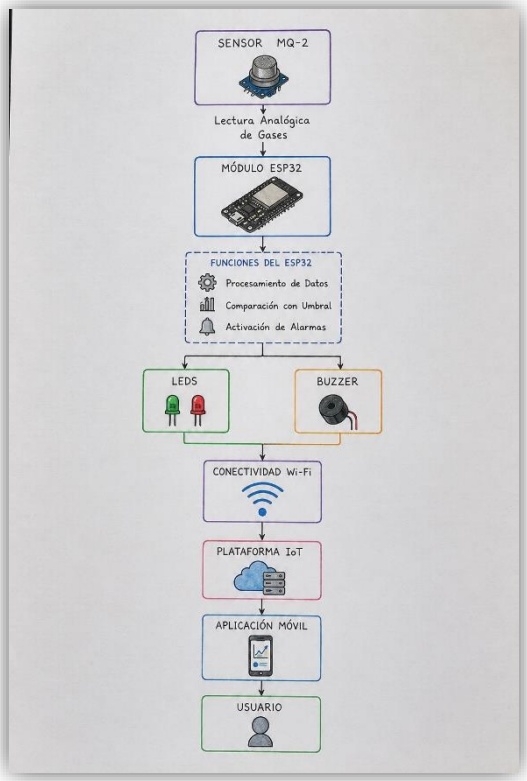
3.3.1.1. Arquitectura General del Proyecto

El sensor MQ-135 realiza el monitoreo continuo del ambiente y envía las lecturas al módulo ESP32. Posteriormente, el ESP32 procesa la información recibida, determina el estado del ambiente y, mediante su conectividad Wi-Fi, transmite los datos a la plataforma IoT. Finalmente, la aplicación móvil permite visualizar la información en tiempo real y genera notificaciones cuando se detectan niveles peligrosos de humo o gases inflamables.



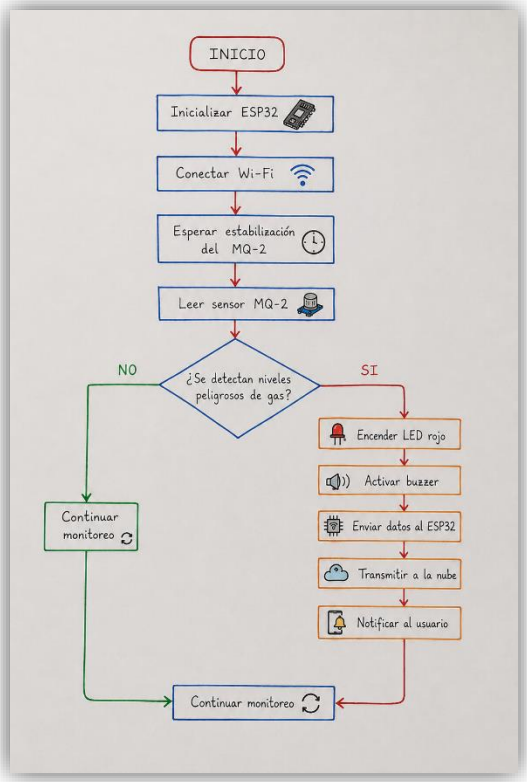
3.3.1.2. Diagrama de Bloques del Sistema

Este diagrama representa el flujo de información desde la detección de gases hasta la recepción de la alerta por parte del usuario.



3.3.1.3. Diagrama de Flujo del Sistema

El comportamiento del sistema puede resumirse mediante el siguiente flujo lógico.

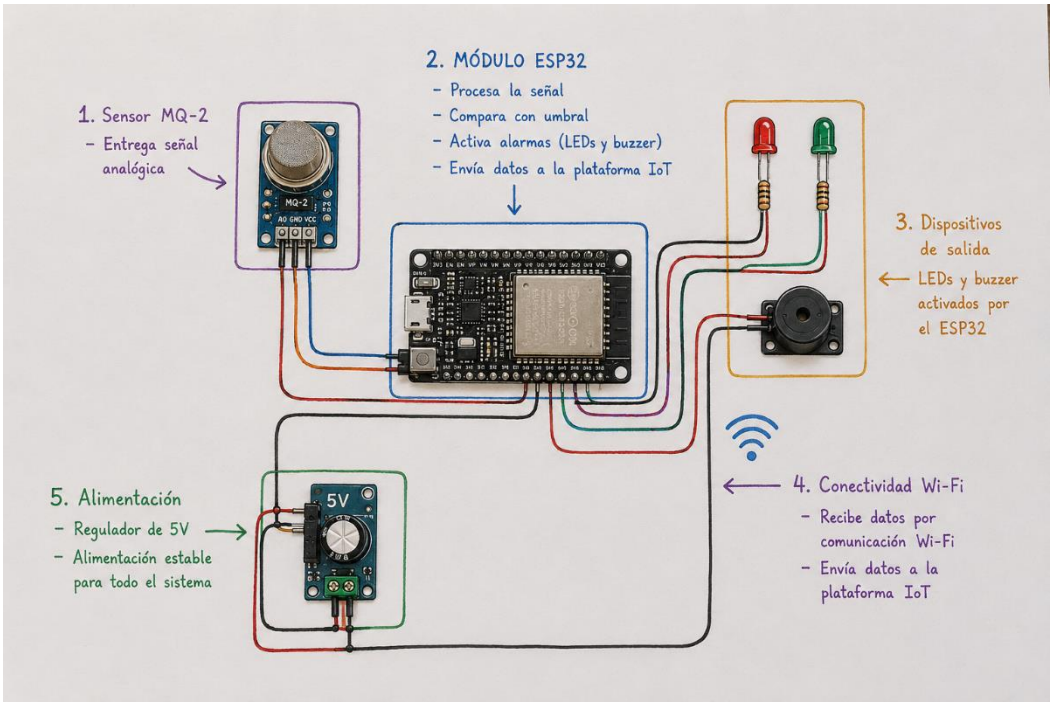


3.3.1.4. Diseño del Circuito Electrónico

El circuito fue diseñado para facilitar la adquisición, el procesamiento y la transmisión de información entre los dispositivos electrónicos que conforman el sistema.

El sensor MQ-135 genera una señal analógica proporcional a la concentración de humo y gases inflamables, la cual es leída directamente por el módulo ESP32. Posteriormente, el ESP32 procesa las lecturas obtenidas, controla los dispositivos de salida (LEDs y buzzer) de acuerdo con el estado detectado y, mediante su conectividad Wi-Fi, transmite la información a la plataforma IoT para su monitoreo en tiempo real.

Para garantizar el correcto funcionamiento del sistema, se emplearon resistencias limitadoras de corriente para los LEDs, una fuente de alimentación estable y conexiones eléctricas adecuadas para cada uno de los componentes del prototipo.



3.3.1.5. Selección de Componentes Electrónicos

La selección de los componentes electrónicos se realizó considerando criterios técnicos, funcionales y económicos, con el propósito de garantizar el correcto funcionamiento del sistema de detección de humo y gases inflamables.

- ✓ ESP32

Se seleccionó por integrar capacidades de procesamiento, conectividad Wi-Fi y Bluetooth en un solo dispositivo, permitiendo procesar las señales del sensor, controlar los dispositivos de salida y establecer la comunicación con la plataforma IoT sin necesidad de módulos adicionales.

- ✓ Sensor MQ-135

Fue elegido por su capacidad para detectar humo y diversos gases inflamables, como GLP, propano, metano e hidrógeno, lo que lo convierte en una alternativa adecuada para sistemas de monitoreo y prevención de riesgos.

- ✓ LEDs

Se utilizan como indicadores visuales del estado del sistema, permitiendo identificar de manera rápida las condiciones de funcionamiento.

- Verde: funcionamiento normal.
- Rojo: detección de humo o gases inflamables.

- ✓ Buzzer

Se emplea como dispositivo de alerta sonora para advertir de forma inmediata la presencia de niveles peligrosos de humo o gases inflamables, facilitando una respuesta oportuna ante una posible situación de riesgo.

3.3.1.6. Implementación del Hardware

El hardware constituye la parte física del sistema y está conformado por los dispositivos electrónicos encargados de detectar, procesar y transmitir la información.

Para garantizar un funcionamiento estable, cada componente fue seleccionado considerando criterios de compatibilidad, disponibilidad comercial, facilidad de programación y confiabilidad.

El montaje inicial se realizó sobre una protoboard, lo que permitió modificar las conexiones durante la etapa de pruebas sin necesidad de fabricar una placa electrónica definitiva.

✓ ESP32

El módulo ESP32 fue seleccionado como la unidad principal de procesamiento y comunicación del sistema debido a su capacidad para integrar procesamiento de datos, conectividad Wi-Fi y Bluetooth en un solo dispositivo.

Este módulo recibe las señales analógicas provenientes del sensor MQ-135, procesa la información para determinar el estado del ambiente, controla los dispositivos de salida y transmite los datos hacia la plataforma IoT.

Entre sus principales funciones se encuentran:

- Inicializar el sistema.
- Leer continuamente las mediciones del sensor MQ-135.
- Procesar las señales analógicas recibidas.
- Comparar las lecturas con el valor umbral establecido.
- Activar el buzzer cuando se detecta una condición de riesgo.
- Controlar los LEDs indicadores del estado del sistema.
- Transmitir los datos y las alertas a la plataforma IoT mediante conexión Wi-Fi.

✓ Sensor MQ-135

El sensor MQ-135 constituye el elemento principal del sistema de monitoreo.

Antes de iniciar las pruebas fue necesario realizar un proceso de estabilización del sensor durante aproximadamente veinte minutos, permitiendo que el elemento sensible alcanzara condiciones normales de funcionamiento.

Posteriormente, se realizaron diferentes mediciones para determinar el valor umbral utilizado por el sistema para identificar condiciones de riesgo.

Las pruebas realizadas demostraron que el sensor responde adecuadamente ante la presencia de humo, gas licuado de petróleo (GLP), butano y otros gases inflamables.

✓ LEDs Indicadores

Para facilitar la interpretación del estado del sistema se implementaron dos indicadores luminosos.

- LED Verde

Permanece encendido cuando el sistema funciona normalmente y las mediciones del sensor se encuentran dentro del rango permitido.

- LED Rojo

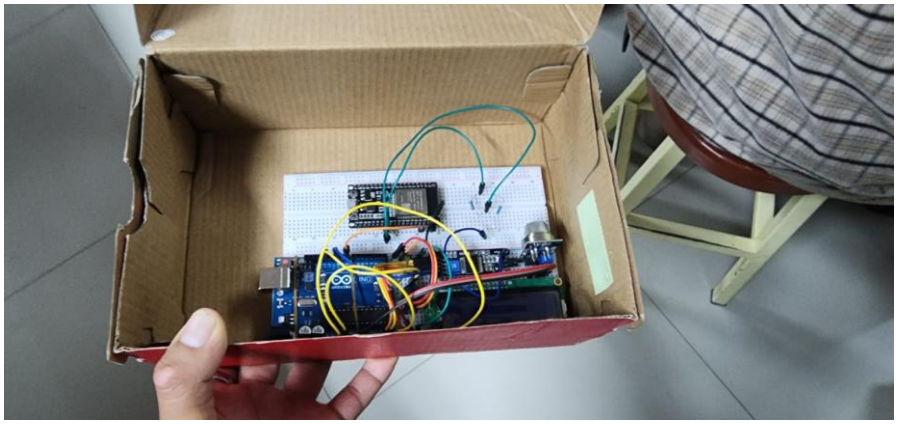
Se activa automáticamente cuando la concentración de humo o gases supera el valor establecido.
Este indicador permite advertir visualmente la existencia de una situación de riesgo.

✓ Buzzer

El buzzer fue incorporado para generar una alerta sonora inmediata.

Cuando el ESP32 detecta una concentración peligrosa de humo o gases inflamables, activa automáticamente el buzzer con el propósito de alertar a las personas que se encuentren cerca del lugar donde está instalado el sistema.

La alarma permanece activa mientras persista la condición de riesgo y se desactiva cuando los niveles detectados regresan a valores seguros.



3.3.1.7. Programación del ESP32

La programación del módulo ESP32 se desarrolló utilizando el entorno de desarrollo Arduino IDE. El programa implementado permite controlar el funcionamiento completo del sistema, desde la adquisición de datos del sensor MQ-135 hasta la transmisión de información a la plataforma IoT mediante una conexión Wi-Fi.

Las principales funciones implementadas son:

- ✓ Configuración de los pines de entrada y salida.
- ✓ Lectura continua del sensor MQ-135.
- ✓ Procesamiento de las mediciones obtenidas.
- ✓ Comparación de las lecturas con un valor umbral previamente establecido.
- ✓ Activación de los indicadores visuales (LEDs) y la alarma sonora (buzzer).
- ✓ Conexión automática a la red Wi-Fi.
- ✓ Transmisión de datos y alertas hacia la plataforma IoT.

Fragmento de código

```
const int sensor = 34;
const int ledVerde = 18;
const int ledRojo = 19;
const int buzzer = 23;

void setup() {

pinMode(ledVerde, OUTPUT);
pinMode(ledRojo, OUTPUT);
pinMode(buzzer, OUTPUT);
}
```

Explicación

En esta sección se declaran los pines utilizados por el sistema y se configuran los dispositivos de entrada y salida necesarios para el funcionamiento del prototipo.

Lectura del sensor

```
valorSensor = analogRead(sensor);
```

Esta instrucción permite obtener continuamente el valor analógico generado por el sensor MQ-135, el cual representa la concentración de humo o gases inflamables presentes en el ambiente.

Comparación

```
If (valorSensor > 350)
```

El programa compara cada lectura obtenida con un valor umbral previamente definido. Cuando dicho valor es superado, el sistema interpreta que existe una condición de riesgo y activa las alarmas correspondientes.

Activación de alarmas

```
digitalWrite(ledRojo,HIGH);

digitalWrite(ledVerde,LOW);

tone(buzzer,1000);
```

Estas instrucciones activan el LED rojo y el buzzer para alertar visual y sonoramente sobre la presencia de humo o gases inflamables.

Estado normal

```
digitalWrite(ledVerde,HIGH);

digitalWrite(ledRojo,LOW);

noTone(buzzer);
```

Cuando las mediciones regresan a niveles normales, el sistema desactiva la alarma sonora, apaga el LED rojo y mantiene encendido el LED verde como indicador de funcionamiento normal.

Conexión a la red Wi-Fi

```
WiFi.begin(ssid, password);
while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
delay(500);
}
```

Este bloque de código permite que el ESP32 establezca automáticamente la conexión con la red Wi-Fi. Una vez conectado, el módulo transmite las mediciones del sensor y las alertas generadas hacia la plataforma IoT, permitiendo el monitoreo remoto y la visualización de la información en tiempo real.

3.3.1.8. Integración Hardware – Software

Una vez finalizada la programación del módulo ESP32 y completado el ensamblaje del circuito electrónico, se procedió a la integración del hardware y el software para verificar el funcionamiento integral del sistema.

Durante esta etapa se comprobó:

- ✓ La lectura correcta de las mediciones proporcionadas por el sensor MQ-135.
- ✓ El procesamiento de los datos mediante el módulo ESP32.
- ✓ La activación de los LEDs indicadores de acuerdo con el estado del sistema.
- ✓ El funcionamiento del buzzer como alarma sonora ante una condición de riesgo.
- ✓ La conexión del ESP32 a la red Wi-Fi.
- ✓ La transmisión de datos hacia la plataforma IoT.
- ✓ La recepción de notificaciones y la visualización de la información en tiempo real desde la aplicación móvil.

Las pruebas realizadas confirmaron que todos los componentes del sistema operan de forma sincronizada, permitiendo detectar oportunamente la presencia de humo o gases inflamables, generar alertas locales y remotas, y facilitar el monitoreo en tiempo real mediante la plataforma IoT.

3.3.1.9. Presupuesto del Proyecto

- Presupuesto de Materiales y Equipos

Para el desarrollo del prototipo fue necesaria la adquisición de diversos componentes electrónicos y materiales de apoyo. La selección de cada elemento se realizó considerando criterios de funcionalidad, disponibilidad en el mercado nacional y relación costo-beneficio.

Los costos presentados corresponden a precios referenciales obtenidos en tiendas de electrónica y plataformas de comercio electrónico del mercado peruano. Estos valores pueden variar dependiendo del proveedor y la fecha de adquisición.

Costo total estimado de materiales: S/ 79 - 100

Ítem	Descripción	Cantidad	Precio Unitario (S/)	Subtotal (S/)
1	ESP32	1	35	35
2	Sensor MQ-2	1	12	12
3	Protoboard	1	10	10
4	Buzzer	1	3	3
5	LED rojo	1	0.5	0.5
6	LED verde	1	0.5	0.5
7	Resistencias	2	0.3	0.6
8	Cables jumper	1 paquete	8	8
9	Cable USB para ESP32	1	10	10
	Total			**79.6**

- Recursos Humanos

El proyecto fue desarrollado por estudiantes del Programa de Estudios de Arquitectura de Plataformas y Servicios de Tecnologías de Información, bajo la supervisión de un docente asesor.

Con fines académicos, el costo de la mano de obra no fue considerado dentro del presupuesto económico, ya que corresponde a actividades formativas realizadas durante el proceso de aprendizaje.

No obstante, si el proyecto fuera ejecutado en un entorno profesional, sería necesario considerar el costo asociado al personal técnico y especializado.

Costo referencial de mano de obra: S/ 3,500.00

Cargo	Cantidad	Costo Referencial (S/.)
Programador IoT	1	2,000.00
Técnico Electrónico	1	1,500.00

3.3.2. Pruebas Realizadas

Una vez implementados el hardware y el software, se procedió a la integración de todos los componentes que conforman el sistema. Esta etapa tuvo como finalidad comprobar que cada uno de los dispositivos trabajara de forma sincronizada y que la comunicación entre ellos fuera estable y confiable.

La integración consistió en verificar la interacción entre el sensor MQ-135, el módulo ESP32, los indicadores visuales, la alarma sonora y la plataforma IoT. Además, se realizaron pruebas de conectividad, transmisión de datos y recepción de notificaciones en tiempo real para asegurar que el sistema cumpliera con los objetivos planteados.

Durante esta fase también se evaluó el comportamiento del sistema frente a diferentes escenarios de funcionamiento, verificando la capacidad del prototipo para detectar humo y gases inflamables, activar las alarmas locales y enviar alertas remotas al usuario.

3.3.2.1. Integración General del Sistema

La integración del sistema se realizó siguiendo una secuencia ordenada que permitió verificar el correcto funcionamiento de cada componente antes de conectarlo con el resto del prototipo.

Las actividades realizadas fueron las siguientes:

- Verificación individual del sensor MQ-135.
- Configuración y programación del módulo ESP32.
- Integración de los indicadores LED.
- Integración del buzzer.
- Configuración de la conexión Wi-Fi.
- Conexión con la plataforma IoT.
- Verificación de la transmisión de datos.
- Recepción de notificaciones en el dispositivo móvil.

Cada una de estas actividades fue documentada y validada antes de continuar con la siguiente etapa.

3.3.2.2. Funcionamiento Integrado del Sistema

Una vez energizado el sistema, el sensor MQ-135 comienza a realizar lecturas continuas de la calidad del aire.

Las mediciones obtenidas son enviadas directamente al módulo ESP32, donde son procesadas y comparadas con un valor umbral previamente establecido.

Cuando la concentración de humo o gases inflamables permanece dentro de los límites permitidos, el sistema continúa funcionando normalmente y mantiene encendido el LED verde.

En caso de detectar una concentración superior al valor umbral, el ESP32 activa inmediatamente el LED rojo y el buzzer. De forma simultánea, transmite la información mediante la red Wi-Fi hacia la plataforma IoT, la cual procesa los datos y envía una notificación al dispositivo móvil del usuario.

Este proceso se realiza en pocos segundos, permitiendo una respuesta rápida ante posibles situaciones de riesgo.

3.3.2.3. Escenarios de Prueba

Con el propósito de evaluar el comportamiento del sistema, se diseñaron diversos escenarios de prueba que simulan condiciones normales y situaciones de emergencia.

- **Escenario 1: Funcionamiento Normal**
  Durante esta prueba el sensor permaneció en un ambiente libre de humo y gases inflamables.

- **Resultado esperado:**

  - ✓ LED verde encendido.
  - ✓ LED rojo apagado.
  - ✓ Buzzer desactivado.
  - ✓ Sin envío de alertas.

- **Resultado obtenido:**

  El sistema permaneció monitoreando continuamente sin generar falsas alarmas.

- **Escenario 2: Presencia de Humo**
  Se aproximó humo al sensor MQ-135 utilizando una fuente controlada.

  - **Resultado esperado:**

    - ✓ Activación del LED rojo.
    - ✓ Encendido del buzzer.
    - ✓ Envío inmediato de la alerta a la plataforma IoT.
    - ✓ Recepción de la notificación en el dispositivo móvil.

  - **Resultado obtenido:**

    El sistema detectó correctamente la presencia de humo y envió la notificación al dispositivo móvil en pocos segundos.

- **Escenario 3: Presencia de Gas Inflamable**
  Se realizó una prueba controlada con una pequeña concentración de gas inflamable.

  - **Resultado esperado:**

    - ✓ Detección del gas.
    - ✓ Activación de alarmas.
    - ✓ Transmisión de información.
    - ✓ Envío de la notificación al usuario.

  - **Resultado obtenido:**

    El sensor respondió adecuadamente, permitiendo que el sistema ejecutara todas las acciones programadas.

- **Escenario 4: Restablecimiento**
  Una vez eliminada la fuente de humo o gas, se verificó el retorno automático al estado normal.

  - **Resultado esperado:**

    - ✓ Apagado del buzzer.
    - ✓ Encendido del LED verde.
    - ✓ Finalización de la alerta.

✓ **Resultado obtenido:**

El sistema restableció correctamente su funcionamiento normal sin necesidad de reiniciar el equipo, continuando con el monitoreo del ambiente en tiempo real.

- **Caso de Prueba**

Caso	Acción realizada	Resultado esperado	Resultado obtenido
CP-01	Encender el sistema	Inicialización correcta	Correcto
CP-02	Lectura del sensor	Visualización de datos	Correcto
CP-03	Presencia de humo	Activación de alarma	Correcto
CP-04	Presencia de gas	Envío de alerta	Correcto
CP-05	Eliminación del humo	Retorno al estado normal	Correcto
CP-06	Comunicación Wi-Fi	Transmisión de datos	Correcto
CP-07	Notificación móvil	Recepción inmediata	Correcto

3.3.2.4. Resultados de las Pruebas

Los resultados obtenidos durante la fase de validación permitieron comprobar que el sistema cumple con los objetivos planteados al inicio del proyecto.

Se verificó que el sensor MQ-135 detecta oportunamente la presencia de humo y gases inflamables, mientras que el módulo ESP32 procesa correctamente la información, controla los dispositivos de salida y transmite los datos hacia la plataforma IoT.

Asimismo, se comprobó que el ESP32 mantiene una conexión estable con la red Wi-Fi, permitiendo el envío de información y la recepción de notificaciones en el dispositivo móvil del usuario en un tiempo reducido.

El funcionamiento integrado del sistema demuestra que la solución desarrollada constituye una alternativa viable para el monitoreo ambiental en tiempo real, facilitando la detección temprana de situaciones de riesgo y la emisión de alertas oportunas.

3.3.2.5. Validación del Sistema

Los resultados obtenidos permitieron confirmar que el sistema responde de manera estable ante cambios en la concentración de humo y gases inflamables, generando alertas locales y remotas de forma automática.

Además, se verificó la estabilidad de la comunicación inalámbrica entre el módulo ESP32 y la plataforma IoT, garantizando la transmisión continua de la información.

En conjunto, las pruebas realizadas permitieron validar el correcto funcionamiento del sistema y comprobar que la propuesta satisface los objetivos establecidos para el desarrollo del proyecto.

3.3.3. Impactos

3.3.3.1. Impacto Tecnológico

Desde el punto de vista tecnológico, el proyecto integra diferentes herramientas de hardware y software para desarrollar una solución moderna orientada al monitoreo ambiental.

La utilización del módulo ESP32 como unidad principal de procesamiento permite simplificar la arquitectura del sistema, ya que incorpora conectividad Wi-Fi para transmitir la información hacia una plataforma IoT sin requerir módulos de comunicación adicionales.

Asimismo, la implementación del sensor MQ-135 permite realizar el monitoreo continuo de humo y gases inflamables, facilitando la generación de alertas locales y remotas en tiempo real.

La integración de estas tecnologías demuestra la viabilidad de desarrollar soluciones inteligentes de bajo costo utilizando plataformas de hardware libre y software de libre acceso.

3.3.3.2. Impacto Económico

Desde el punto de vista económico, la propuesta representa una alternativa accesible frente a sistemas comerciales de monitoreo ambiental.

La selección de componentes electrónicos de bajo costo permitió desarrollar un prototipo funcional sin realizar inversiones elevadas, facilitando su implementación en viviendas, instituciones educativas, pequeños negocios y talleres.

Además, el empleo de herramientas de desarrollo de libre distribución reduce significativamente los costos de programación, mantenimiento y actualización del sistema.

3.3.3.3. Impacto Social

Desde la perspectiva social, el proyecto contribuye a fortalecer la cultura de prevención mediante la detección temprana de humo y gases inflamables.

La generación de alertas en tiempo real permite reducir el tiempo de respuesta frente a situaciones de emergencia, favoreciendo la protección de las personas y disminuyendo el riesgo de pérdidas materiales.

Asimismo, la posibilidad de monitorear el estado del sistema desde un dispositivo móvil brinda mayor tranquilidad al usuario, permitiéndole conocer las condiciones del ambiente incluso cuando se encuentra fuera del lugar donde está instalado el prototipo.

3.3.3.4. Beneficios de la Innovación

La implementación del sistema permitió obtener los siguientes beneficios:

- ✓ Monitoreo continuo del ambiente.
- ✓ Detección temprana de humo y gases inflamables.
- ✓ Generación automática de alertas sonoras y visuales.
- ✓ Envío de notificaciones en tiempo real mediante Internet.
- ✓ Reducción del tiempo de respuesta ante situaciones de riesgo.
- ✓ Bajo costo de implementación.
- ✓ Facilidad de ampliación e incorporación de nuevos sensores.
- ✓ Integración con plataformas IoT para el monitoreo remoto.

3.3.3.5. Plan de Contingencia

En caso de presentarse una falla durante la operación del sistema, se establecieron las siguientes acciones:

- Verificar la alimentación eléctrica.
- Revisar las conexiones físicas de los componentes.
- Confirmar la conexión a la red Wi-Fi.
- Comprobar el funcionamiento del sensor MQ-135.
- Reiniciar el sistema si la falla persiste.
- Reemplazar el componente defectuoso en caso de avería.

Este procedimiento busca reducir el tiempo de inactividad del sistema y garantizar la continuidad del monitoreo.

3.3.3.6. Plan de Mantenimiento

- **Mantenimiento Preventivo**

El mantenimiento preventivo consiste en realizar inspecciones periódicas para evitar fallas antes de que ocurran.

Las principales actividades son:

- ✓ Limpieza del sensor MQ-135.
- ✓ Revisión del cableado y conectores.
- ✓ Verificación del funcionamiento de los LEDs y buzzer.
- ✓ Comprobación de la conexión Wi-Fi.
- ✓ Actualización del software cuando sea necesario.

Actividad	Frecuencia
Limpieza del sensor	Mensual
Revisión de conexiones	Mensual
Verificación del buzzer	Mensual
Prueba de LEDs	Mensual
Actualización del software	Semestral

- **Mantenimiento Correctivo**

Este tipo de mantenimiento se ejecutará cuando se detecte una falla en alguno de los componentes del sistema.

Las acciones incluyen:

- ✓ Sustitución del sensor MQ-135 si presenta lecturas erróneas.
- ✓ Reemplazo de LEDs o buzzer defectuosos.
- ✓ Reparación o cambio del módulo ESP32.
- ✓ Corrección de errores en el software.
- ✓ Reconfiguración de la plataforma IoT.

- **Mantenimiento Predictivo**

El mantenimiento predictivo se basa en el monitoreo del comportamiento del sistema para anticipar posibles fallas.

Para ello se recomienda:

- ✓ Analizar periódicamente las lecturas del sensor.
- ✓ Verificar la estabilidad de la comunicación Wi-Fi.
- ✓ Revisar los registros de eventos almacenados en la plataforma IoT.
- ✓ Evaluar el rendimiento general del sistema para detectar anomalías.

3.3.3.7. Manual de Instalación del Sistema

- **Objetivo**

El presente manual tiene como finalidad proporcionar las instrucciones necesarias para la instalación, configuración y puesta en funcionamiento del sistema de detección de humo y gases inflamables basado en tecnologías IoT. Su correcta aplicación garantiza un funcionamiento estable del prototipo y facilita futuras tareas de mantenimiento.

- **Requisitos de Hardware**

Antes de iniciar la instalación, se debe verificar que se dispone de los siguientes componentes:

Componente	Cantidad
ESP32	1
Sensor MQ-2	1
Protoboard	1
LED Verde	1
LED Rojo	1
Resistencias de 220 Ω	2
Buzzer	1
Cables Dupont	20 aprox.
Cable USB	1
Fuente de alimentación 5 V	1
Computadora	1

- **Requisitos de Software**

Para programar y monitorear el sistema se requieren las siguientes herramientas:

Software	Función
Arduino IDE	Programación del Arduino y ESP32
Drivers USB	Reconocimiento de la placa
Plataforma IoT (Blynk/Firebase)	Recepción y visualización de datos
Navegador Web	Acceso al panel de monitoreo

- **Procedimiento de Instalación**

  ✓ Paso 1: Montaje del Circuito

  Realizar las conexiones entre el módulo ESP32, el sensor MQ-135, los LEDs indicadores y el buzzer, de acuerdo con el diagrama de conexiones elaborado para el proyecto.

  ✓ Paso 2: Verificación del Cableado

  Antes de energizar el sistema, comprobar que todas las conexiones se encuentren correctamente realizadas, evitando cortocircuitos, conexiones invertidas o cables sueltos.

  ✓ Paso 3: Instalación del Software

  Instalar el entorno de desarrollo Arduino IDE, junto con las bibliotecas necesarias para el funcionamiento del módulo ESP32 y de la plataforma IoT utilizada.

  ✓ Paso 4: Programación

  Cargar el código fuente desarrollado para el módulo ESP32 y verificar que la compilación y carga del programa finalicen correctamente, sin errores.

  ✓ Paso 5: Configuración de la Red Wi-Fi

  Configurar el nombre de la red (SSID) y la contraseña dentro del programa del ESP32 para establecer la conexión con la plataforma IoT.

✓ Paso 6: Prueba Inicial

Encender el sistema y verificar:

- Funcionamiento del sensor MQ-135.
- Encendido del LED verde.
- Activación de la conexión Wi-Fi.
- Comunicación con la plataforma IoT.
- Recepción de datos y visualización en tiempo real.

3.3.3.8. Manual de Usuario

- **Introducción**

El sistema ha sido diseñado para que cualquier usuario pueda utilizarlo sin necesidad de conocimientos avanzados de electrónica o programación.

Su funcionamiento es automático y únicamente requiere alimentación eléctrica y conexión a una red Wi-Fi.

- **Encendido del Sistema**

1. Conectar la fuente de alimentación.
2. Esperar la inicialización del Arduino y del ESP32.
3. Esperar el tiempo de estabilización del sensor MQ-135.
4. Verificar que el LED verde permanezca encendido.

Si el LED verde se encuentra activo, el sistema está listo para comenzar el monitoreo.

- **Funcionamiento Normal**

Durante el funcionamiento normal:

✓ El sensor MQ-135 realiza mediciones continuas.
✓ El LED verde permanece encendido.
✓ El buzzer permanece apagado.
✓ La plataforma IoT muestra los valores en tiempo real.

- **Detección de una Condición de Riesgo**

Cuando el sistema detecta humo o gases tóxicos:

✓ Se enciende el LED rojo.
✓ Se activa el buzzer.
✓ El ESP32 transmite la información.
✓ La plataforma IoT registra el evento.

Se recomienda verificar inmediatamente el área donde se produjo la alerta y aplicar las medidas de seguridad correspondientes.

- **Apagado del Sistema**

Para apagar correctamente el equipo se recomienda:

- ✓ Cerrar la aplicación de monitoreo (si corresponde).
- ✓ Desconectar la alimentación eléctrica.
- ✓ Guardar el equipo en un lugar seco y protegido del polvo.

- **Solución de Problemas**

Problema	Posible causa	Solución
El sistema no enciende	Falta de alimentación	Revisar la fuente de alimentación y el cable USB
No detecta humo	Sensor mal conectado o sin calibración	Verificar conexiones y esperar el tiempo de estabilización
No llegan notificaciones	Problemas de conexión Wi-Fi o configuración de la plataforma IoT	Revisar la red y la configuración del ESP32
El buzzer no funciona	Conexión incorrecta o componente dañado	Revisar el cableado o reemplazar el buzzer
Lecturas inestables	Interferencias o mala alimentación	Revisar el suministro eléctrico y las conexiones

CONCLUSIONES

Como resultado del desarrollo del proyecto se obtuvieron las siguientes conclusiones:

- Se diseñó e implementó un sistema funcional de detección de humo y gases inflamables basado en tecnologías IoT, capaz de realizar un monitoreo continuo del ambiente y generar alertas oportunas.
- La integración del sensor MQ-135 con el módulo ESP32 permitió desarrollar una solución tecnológica de bajo costo, capaz de procesar la información obtenida y transmitirla en tiempo real hacia una plataforma IoT mediante conexión Wi-Fi.
- Las pruebas realizadas demostraron que el sistema responde de manera rápida y confiable ante la presencia de humo o gases inflamables, activando las alarmas visuales y sonoras, además de enviar notificaciones al usuario en tiempo real.

- El empleo de herramientas de hardware y software de código abierto facilita la implementación, el mantenimiento y la incorporación de nuevas funcionalidades, favoreciendo la escalabilidad del sistema.
- El proyecto constituye una alternativa viable para fortalecer la prevención de riesgos en viviendas, instituciones educativas y pequeños establecimientos, contribuyendo a mejorar la seguridad de las personas y la protección de los bienes materiales.

RECOMENDACIONES

Con base en la experiencia obtenida durante el desarrollo del proyecto, se recomienda:

1. Realizar una calibración periódica del sensor MQ-135 para mantener la precisión de las mediciones y reducir la posibilidad de falsas alarmas.
2. Instalar el sistema en lugares estratégicos donde exista mayor probabilidad de acumulación de humo o gases inflamables.
3. Verificar periódicamente la conexión Wi-Fi del módulo ESP32 y el funcionamiento de la plataforma IoT para garantizar el envío oportuno de las notificaciones.
4. Implementar un plan de mantenimiento preventivo que incluya la limpieza del sensor, la revisión del cableado, la verificación de los dispositivos de salida y la actualización del software cuando sea necesario.
5. Como trabajo futuro, incorporar sensores adicionales, como sensores de temperatura, humedad, llama o monóxido de carbono, con el propósito de ampliar las capacidades del sistema y mejorar la detección de diferentes condiciones de riesgo.

REFERENCIAS

- Arduino. (2024). *Arduino UNO Rev3*. https://docs.arduino.cc/hardware/uno-rev3
- Espressif Systems. (2024). *ESP32 Series Datasheet*. https://www.espressif.com
- Hanwei Electronics. (2023). *MQ-135 Gas Sensor Technical Data*. https://www.winsen-sensor.com
- Ministerio de Salud del Perú. (2023). *Guía para la prevención de intoxicaciones por gases*. https://www.gob.pe/minsa
- Organización Mundial de la Salud. (2023). *Calidad del aire y salud*. https://www.who.int
- Sommerville, I. (2017). *Ingeniería de Software* (10.ª ed.). Pearson.
- Stallings, W. (2020). *Redes y Comunicaciones de Computadoras*. Pearson.

ANEXOS

Anexo A. Registros de Pruebas

ITEM	Proceso	Entorno	Tiempo Estimado	Resultado Esperado	Estado (P/F)	Observaciones
ALCOHOL BUTANO	Detecta el gas cuando llega a 750PPM(Partes por millon) Se detiene cunado es menor a 750PPM	Casa cerrada	Tiempo respuesta:< 00:00:02s Tiempo de alerta en el movil:<00:00:02s	Carga sin errores	-----	-----
DIOXIDO DE CARBONO, MONOXIDO DE CARBONO, COMPUESTOS ORGANICOS VOLATILES	Detecta el gas cuando llega a 750PPM(Partes por millon) Se detiene cunado es menor a 750PPM	Casa cerrada	Tiempo respuesta:< 00:00:04s Tiempo de alerta en el movil:<00:00:04s	Carga sin errores	-----	-----
MONOXIDO DE CARBONO (CARTON CON PLASTICO QUEMADO)	Detecta el gas cuando llega a 750PPM(Partes por millon) Se detiene cunado es menor a 750PPM	Casa cerrada	Tiempo respuesta:< 00:00:01s Tiempo de alerta en el movil:<00:00:01s	Carga sin errores	-----	-----

Anexo B. Diseño general del Prototipo

Representación del diseño general del sistema propuesto para la detección de humo mediante tecnología IoT.

ESP32TELEGRAM | Arduino IDE 2.3.10

File Edit Sketch Tools Help

Select Board

ESP32TELEGRAM.ino

```
#include <WiFi.h>
#include <WiFiClientSecure.h>
#include <UniversalTelegramBot.h>

#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>

LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,16,2);

//========== WIFI ==========
char ssid[]="ESP33";
char pass[]="12345678";

//========== TELEGRAM ==========
#define BOT_TOKEN "8989462131:AAHG7omJFsEiAVioqoDxO9RNDFgIcHlfxbY"

#define CHAT_ID "8606335632"
#define SENSOR_ID "Detector Omega"

//========== HARDWARE ==========
#define MQ135 35
#define BUZZER 18

const int LIMITE=850;

WiFiClientSecure client;

UniversalTelegramBot bot(
BOT_TOKEN,
client
);

bool alertaEnviada=false;

void setup(){

Serial.begin(115200);

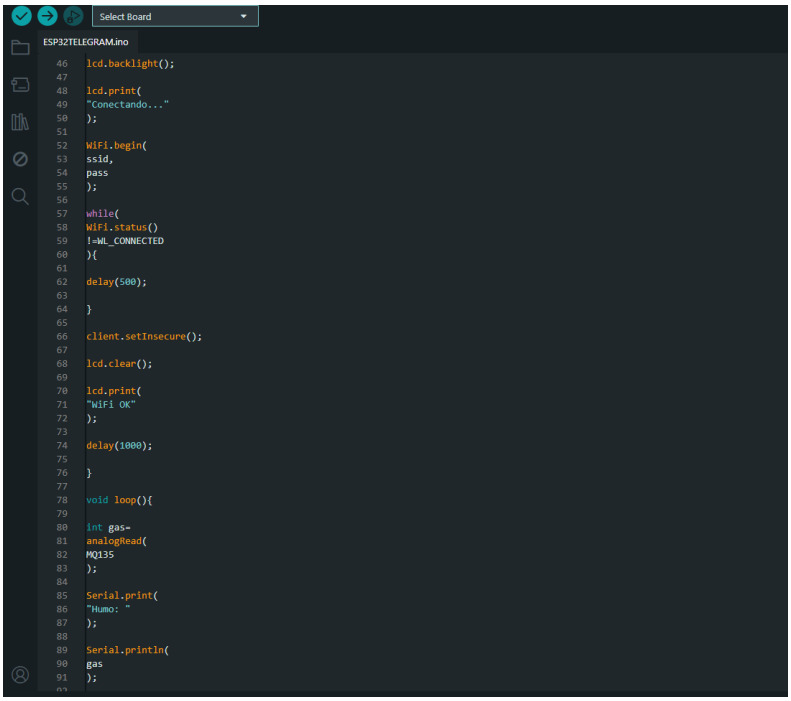
pinMode(
BUZZER,
OUTPUT
);

lcd.init();

lcd.backlight();
```

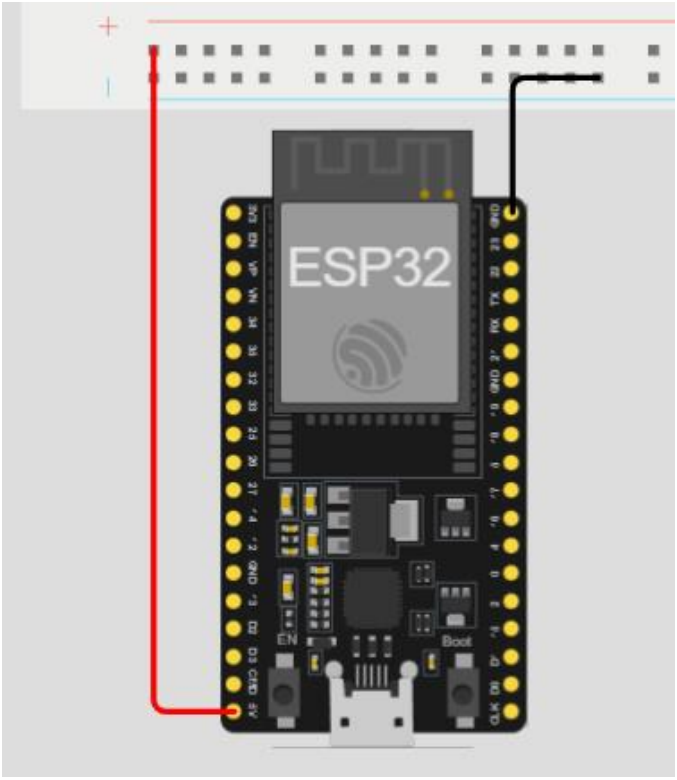
Anexo C. Diagrama de bloques del Sistema

Muestra la interacción entre el sensor MQ-135, el ESP32, el buzzer y la plataforma de monitoreo IoT.



Anexo D. Programación del ESP32

Muestra el desarrollo del código implementado para la adquisición y procesamiento de los datos del sensor.



Anexo E. Interfaz de monitoreo IoT

Presenta la interfaz utilizada para visualizar en tiempo real las mediciones y alertas del sistema.

ESP32	MQ135
VIN (RIEL POSITIVO) ->	VCC
GND (RIEL NEGATIVO) ->	GND
GPIO34 ->	AOUT

Anexo F. Pruebas de Funcionamiento

Evidencia las pruebas realizadas para verificar el correcto funcionamiento del prototipo en diferentes condiciones.

ESP32	LCD
VIN (RIEL POSITIVO)	VCC
GND (RIEL NEGATIVO)	GND
GPIO21	SDA
GPIO22	SCL

Anexo G. Prototipo Final Implementado

Muestra el sistema completamente ensamblado y listo para su funcionamiento.

ESP32	BUZZER
GPIO18 ->	+ (LADO POSTIVIO DEL BUZZER)
GND (RIEL NEGATIVO) ->	(LADO NEGATIVO DEL BUZZER)

Galería Fotográfica



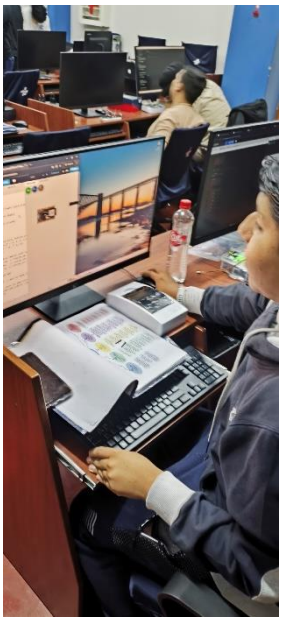
Realización del montaje del circuito electrónico.



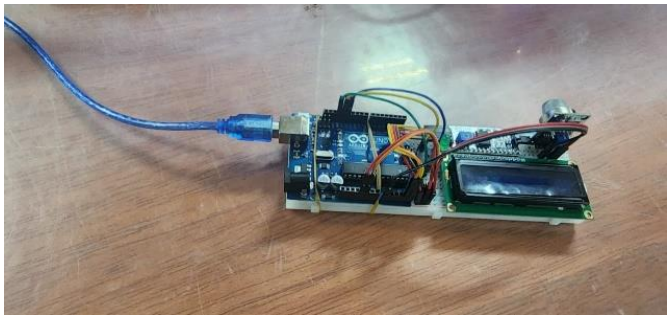
Conexión de los componentes del prototipo.



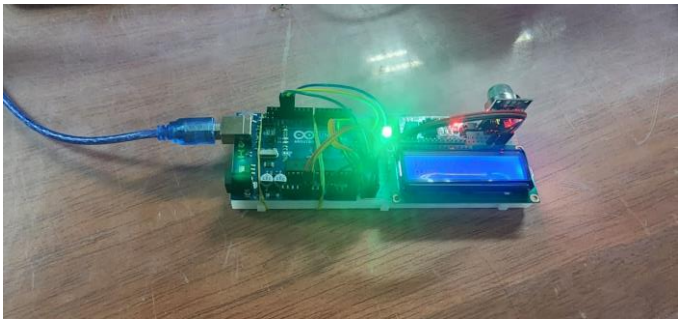
Verificación del funcionamiento del sistema desarrollado.



Realización de pruebas del prototipo IoT.



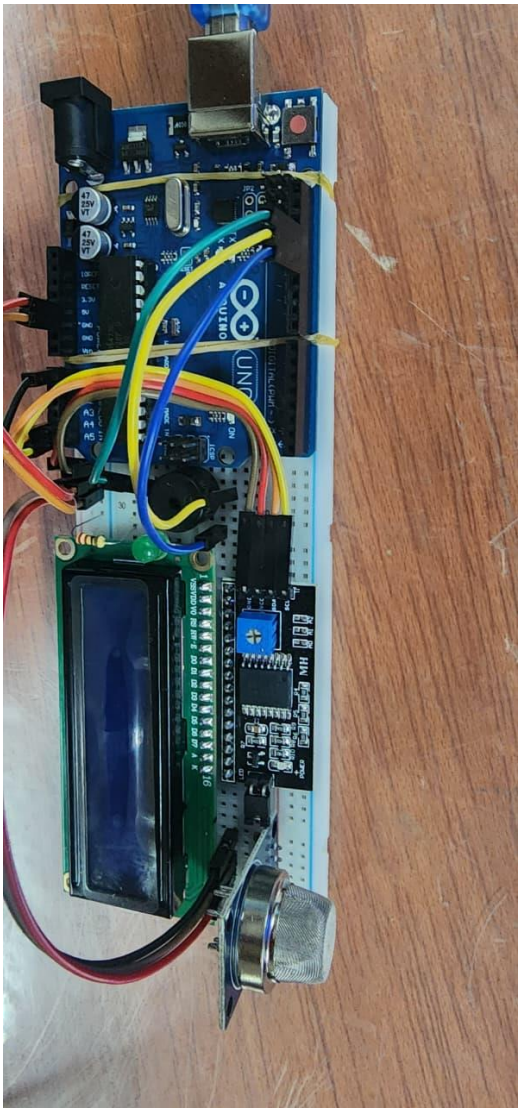
Prototipo ensamblado del sistema de detección de humo y gases mediante IoT.



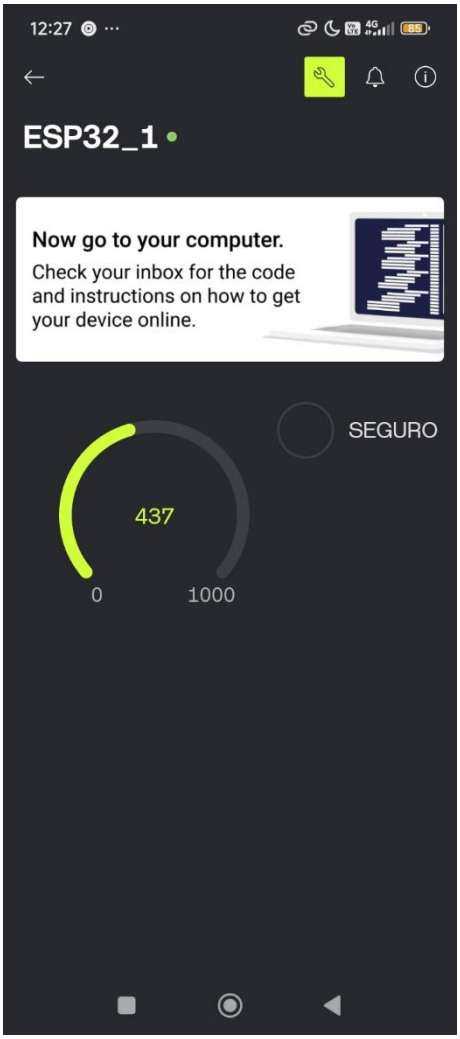
Funcionamiento del sistema en estado normal (LED verde encendido).



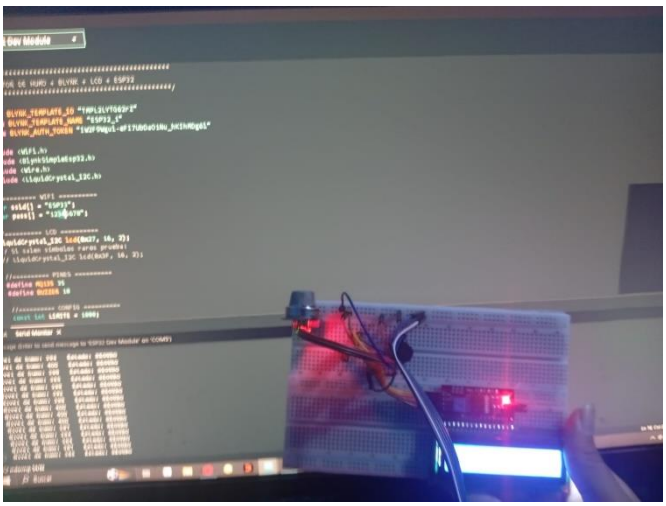
Prueba final de funcionamiento del sistema de detección de humo y gases.



Vista lateral del prototipo implementado con Arduino UNO, ESP32 y sensor MQ-135.



Monitoreo del sistema mediante la aplicación Blynk IoT



Programación y pruebas del prototipo utilizando Arduino IDE.



Visualización del estado seguro del sistema en la pantalla LCD.

Galería Fotográfica – Entorno Real

Implementación en Instituciones Educativas

El sistema puede instalarse en aulas, laboratorios y talleres de instituciones educativas para detectar oportunamente humo o gases y proteger a estudiantes, docentes y personal administrativo.



Implementación en viviendas

El sistema puede instalarse en cocinas, garajes o áreas de almacenamiento para alertar a los ocupantes sobre posibles fugas de gas o incendios.



Implementación en Hospitales y Centros de Salud

La detección temprana de humo o gases contribuye a proteger a pacientes, personal médico y equipos sensibles.

