



Sistema de Monitoreo de Gas natural licuado para Seguridad en Viviendas

Presentado por: Manuel Alejandro Mazuera, Yelisa González Camelo, Carlos Mario Paniagua.

Universidad del valle.

Asignatura: Metodologías de desarrollo de software.

Resumen

El proyecto tiene como objetivo evaluar el **impacto del uso de gas natural licuado** en la salud de las comunidades, con énfasis en **enfermedades respiratorias** y otros problemas relacionados con la exposición al gas. Para lograrlo, se desarrollará un **sistema de monitoreo inteligente** que permita:

1. **Detectar acumulaciones de gas natural licuado** de forma temprana mediante sensores.
2. **Medir en tiempo real la calidad del aire**, identificando concentraciones peligrosas de gas y otros contaminantes.

Este sistema facilitará la **prevención de riesgos** y ayudará a proteger la salud, especialmente en **comunidades vulnerables**, donde el acceso a sistemas de detección es limitado. Además, se elaborarán **recomendaciones prácticas** y estrategias para el **uso**

seguro del gas natural licuado, fomentando la conciencia y el bienestar en estas comunidades.

Introducción

La creciente dependencia del **Gas Natural Licuado (GNL)** ha planteado importantes desafíos en términos de **salud pública y seguridad**. Aunque el GNL ofrece múltiples ventajas como una alternativa energética limpia y eficiente, su **uso inadecuado** o el **mal manejo** de este combustible pueden generar riesgos significativos, incluyendo **problemas respiratorios** causados por una ventilación deficiente y **accidentes** asociados a **fugas de gas**.

Este proyecto tiene como objetivo principal **evaluar el impacto del GNL en la salud de las comunidades**, especialmente en **sectores vulnerables**, donde las medidas de seguridad y monitoreo suelen ser limitadas. Para abordar esta problemática, se desarrollará un **sistema de monitoreo inteligente** que permitirá:

- **Detectar fugas de GNL** en tiempo real mediante sensores especializados.
- **Medir la calidad del aire**, identificando niveles inseguros de gases y contaminantes asociados.

Adicionalmente, se generarán **recomendaciones prácticas** para el uso seguro del GNL, con el fin de **prevenir riesgos** y proteger la salud de la población. La implementación de esta solución busca no solo minimizar los **efectos adversos en la salud**, sino también **fomentar entornos más seguros y sostenibles** en las comunidades colombianas.

DESARROLLO

Propuesta de Desarrollo de Sistema SmartCity

Sistema de Monitoreo y alerta de Gas natural licuado para la Seguridad de Viviendas

Introducción

En Colombia, el uso de gas natural licuado es ampliamente común en áreas rurales y semiurbanas debido a la limitada disponibilidad de redes de gas natural. Sin embargo, este gas representa un riesgo significativo debido a su alta inflamabilidad y la posibilidad de fugas accidentales. Estas fugas pueden provocar accidentes graves, como incendios o explosiones, causando pérdidas humanas y materiales.

El objetivo de este proyecto es desarrollar un sistema automatizado que detecte fugas de gas natural licuado en tiempo real, emita alertas inmediatas, y active un sistema de ventilación para dispersar el gas acumulado. Este sistema está diseñado para ser asequible, fácil de implementar y confiable, especialmente en entornos domésticos.

Objetivo General

Diseñar e implementar un sistema basado en la Raspberry Pi Pico W que monitoree los niveles de gas natural licuado en viviendas y envíe alertas en tiempo real mediante comunicación Wifi y el protocolo MQTT.

Objetivos Específicos

- Integrar un sensor de gas (MQ-6) para medir la concentración de gas natural licuado en el aire.
- Establecer una comunicación Wifi con Adafruit IO para monitoreo remoto de datos.
- Implementar un sistema de alarmas visuales y sonoras para advertir a los ocupantes.
- Incorporar un ventilador como medida de mitigación para disipar el gas acumulado en caso de niveles críticos.
- Enviar notificaciones por correo electrónico para alertas críticas de gas natural licuado.

Justificación

El proyecto responde a una necesidad urgente de seguridad en viviendas ubicadas en zonas vulnerables al uso de gas natural licuado. Al implementar

un sistema de detección temprana y automatización de medidas de respuesta, se busca prevenir accidentes graves y salvar vidas.

Este proyecto, aunque inicialmente enfocado en viviendas, sienta las bases para su posible integración en entornos más amplios como comunidades rurales, pequeñas empresas o proyectos de infraestructura de SmartCity en el futuro.

Descripción del Sistema

El sistema consta de los siguientes componentes principales:

- Raspberry Pi Pico W: Controlador central que gestiona el sensor, las alarmas y la comunicación.
- Sensor MQ-6: Detecta la concentración de gas natural licuado.
- Sistema de alarmas: Incluye un buzzer, LED y un ventilador para mitigación.
- Plataforma Adafruit IO: Permite la visualización y registro de datos en tiempo real.
- Correo electrónico: Notificaciones automáticas mediante servicios integrados.

Beneficios del Proyecto

- Prevención de accidentes graves causados por fugas de gas natural licuado.
- Mejora en la seguridad de viviendas rurales y semiurbanas.
- Implementación de tecnología accesible y escalable.
- Contribución al desarrollo de sistemas inteligentes de seguridad en Colombia.

Descripción de la Propuesta considerando si se va a adquirir o crear los dispositivos

Análisis de Decisión: Compra o Desarrollo

Para garantizar la funcionalidad, eficiencia y cumplimiento de los objetivos del proyecto, se ha decidido adquirir dispositivos comerciales en lugar de desarrollarlos desde cero. Esta decisión se basa en los siguientes criterios:

1. Tiempo de Desarrollo:

- Fabricar dispositivos desde cero requiere un tiempo significativo para diseño, fabricación y pruebas.
- Adquirir componentes comerciales permite acelerar el desarrollo y enfocarse en la integración del sistema.

2. Costo:

- Los dispositivos comerciales, como la Raspberry Pi Pico W y el sensor MQ-6, son económicos y ampliamente disponibles.
- Diseñar y fabricar dispositivos personalizados tendría un costo inicial más elevado.

3. Confiabilidad:

- Los componentes comerciales han sido probados ampliamente en la industria y tienen garantías de calidad.
- Los dispositivos creados desde cero requerirían pruebas exhaustivas para alcanzar niveles similares de confiabilidad.

4. Dispositivos Para Adquirir

A continuación, se presenta una lista de los dispositivos que se utilizarán en el proyecto, junto con sus funciones y justificación

Componentes	Función	Justificación
Transistor	Soportar la corriente de los elementos	La Raspberry Pi Pico W no puede soportar tanta corriente de salida
Raspberry Pi Pico W	Control central del sistema, comunicación Wifi	Microcontrolador con conectividad Wifi-integrada.
Sensor MQ-6	Detección de gas natural licuado	Alta sensibilidad al natural licuado y bajo costo.
Buzzer	Alarma sonora para advertir niveles peligrosos de gas	Notificación inmediata para los ocupantes.
Leds	Indicadores visuales para niveles de gas (normal/alto)	Fácil identificación del estado del sistema.
Ventilador pequeño	Disipación de gas en niveles críticos	Mitiga acumulaciones peligrosas de gas.
Placa PCB personalizada	Soporte para componentes y conexiones	Facilita el montaje y la organización.

Ventajas de Adquirir Componentes Comerciales

- **Compatibilidad:** Los componentes seleccionados tienen buena documentación técnica y soporte en línea.
- **Disponibilidad:** Pueden adquirirse fácilmente en distribuidores locales o internacionales.
- **Escalabilidad:** Los componentes adquiridos permiten futuras expansiones o modificaciones del sistema.

Plan de Adquisición

Se procederá a cotizar y adquirir los componentes en distribuidores reconocidos, priorizando aquellos con tiempos de entrega rápidos y garantía de calidad.

Actas de apertura del proyecto

Proyecto:

Sistema de Monitoreo de Gas natural licuado para Seguridad en Viviendas

Fecha de Apertura:

1/11/2024

Lugar:

Universidad del Valle, Oficina 3012

Participantes:

- **Líder del Proyecto:** Manuel Alejandro Mazuera Correa (responsable general del desarrollo y entrega)
- **Equipo Técnico:** Yelisa Gonzalez Camelo, Carlos Mario Paniagua
 - Comunidad beneficiaria: Familias y hogares de zonas rurales o semiurbanas que usan gas natural licuado como principal fuente de energía.
 - Entidades locales: Cuerpos de bomberos y autoridades de gestión de riesgos que buscan mitigar los peligros relacionados con fugas de gas.

Objetivo del Proyecto:

Desarrollar un sistema eficiente y asequible para monitorear fugas de gas natural licuado en viviendas, con el objetivo de prevenir accidentes mediante alertas tempranas y acciones automáticas de seguridad.

Alcance del Proyecto:

- Implementar un dispositivo basado en la Raspberry Pi Pico W con conectividad Wifi.
- Integrar sensores de gas MQ-6 para la detección continua de natural licuado.
- Generar alertas visuales (led), sonoras (buzzer) y electrónicas (correo mediante MQTT).
- Enviar datos a un sistema de monitoreo remoto basado en Adafruit IO.
- Implementar acciones automáticas como el encendido de un ventilador para disipar el gas acumulado.

Cronograma General:

- **Fase de Diseño:** 1 semana (lluvia de ideas, selección de componentes, cotización).
- **Fase de Implementación:** 4 semanas (adquisición, desarrollo del sistema, pruebas).
- **Fase de Evaluación y Ajustes:** 2 semanas (pruebas finales y optimización).

Recursos Aprobados:

- Presupuesto para la adquisición de componentes y herramientas.
- Acceso a un laboratorio equipado para pruebas y ensamblaje.
- Licencias para software de diseño de PCB y plataformas IoT (Adafruit IO).

Aprobación del Proyecto:

El proyecto ha sido aprobado por los responsables correspondientes y se autoriza su inicio bajo las condiciones descritas.

Nombre y Cargo	Firma
Líder del Proyecto	
Representante Técnico	CARLOS P.
Representante Financiero	Yelisa

Información Corporativa

➤ Misión

Nuestra misión es desarrollar soluciones tecnológicas innovadoras que garanticen un entorno seguro y saludable para las comunidades, mediante el uso de sistemas de monitoreo avanzados que detecten riesgos asociados al Gas Natural Licuado (GNL). Nos comprometemos con la protección de la población vulnerable, promoviendo un uso seguro, eficiente y sostenible de esta fuente de energía.

➤ Visión

Ser líderes en la implementación de tecnologías de monitoreo y seguridad energética a nivel nacional, contribuyendo a la construcción de comunidades más seguras, sostenibles y preparadas para los desafíos de un futuro energético limpio y responsable.

➤ Historia

Nuestra empresa nació con el objetivo de resolver problemáticas críticas en seguridad y salud pública a través de soluciones tecnológicas aplicadas a la vida diaria. Reconociendo la creciente adopción del Gas Natural Licuado (GNL) como fuente energética clave en los hogares colombianos, identificamos la necesidad de desarrollar un sistema de monitoreo eficiente que detecte fugas y evalúe la calidad del aire en tiempo real. A lo largo de los años, nos hemos especializado en la integración de sensores, sistemas de control y conectividad IoT, siempre comprometidos con el bienestar y la seguridad de las comunidades más vulnerables.

La descripción de los requerimientos según las necesidades observadas para la solución

Para el desarrollo del proyecto, se emplearon diversos instrumentos de recolección de información, con el objetivo de obtener datos relevantes y respaldar la viabilidad e impacto de este. Estos instrumentos fueron los siguientes:

1. Recolección bibliográfica:

Se realizó una revisión exhaustiva de fuentes bibliográficas tanto a nivel nacional como internacional.

El objetivo fue identificar estudios, proyectos y datos que evidenciaran la necesidad del proyecto en cuestión y el impacto positivo que este podría generar.

2. Observación directa:

Se llevó a cabo un análisis observacional en entornos específicos donde se implementaría el proyecto.

Esto permitió identificar situaciones reales y necesidades concretas que reforzaron la relevancia del desarrollo.

3. Entrevistas:

Se realizaron entrevistas con familias de la comunidad objetivo para comprender sus perspectivas y validar que el proyecto respondería a sus necesidades.

Estas entrevistas proporcionaron información cualitativa clave sobre las expectativas y el impacto potencial del proyecto.

En conjunto, estos instrumentos proporcionaron una base sólida para justificar la implementación del proyecto, destacando su impacto positivo y la solución a una necesidad real.

Documento de Hallazgos

Identificación del Problema

El uso del **Gas Natural Licuado (GNL)** en comunidades vulnerables ha planteado desafíos relacionados con **seguridad y salud pública**, debido a la falta de sistemas de monitoreo adecuados. Las principales problemáticas identificadas incluyen:

1. **Riesgo de fugas de gas:** La ausencia de mecanismos de detección temprana incrementa el riesgo de accidentes como explosiones o intoxicaciones.
2. **Impacto en la calidad del aire:** La acumulación de gas en ambientes cerrados puede afectar la salud de los habitantes, provocando problemas respiratorios.
3. **Bajo conocimiento sobre el uso seguro del GNL:** Las comunidades carecen de información sobre prácticas seguras y medidas preventivas para evitar accidentes.

Alternativas de Solución

Para abordar las problemáticas identificadas, se proponen las siguientes alternativas:

1. Implementación de un Sistema de Monitoreo en Tiempo Real

- **Descripción:** Desarrollar un sistema basado en sensores (como el MQ-6) que permita detectar fugas de gas y medir la calidad del aire en tiempo real.
- **Beneficios:** Detecta problemas de manera temprana y notifica a los usuarios mediante alertas sonoras (buzzer) y visuales (Leds).
- **Tecnologías Asociadas:** Raspberry Pi Pico W, sensores MQ-6, ventiladores automáticos para disipar el gas y conectividad IoT para alertas remotas.

2. Generación de Recomendaciones Prácticas

- **Descripción:** Crear campañas educativas y materiales informativos que expliquen el uso seguro del GNL, métodos de prevención y cómo actuar en caso de una fuga.
- **Beneficios:** Aumenta la conciencia y la preparación de las comunidades frente a posibles emergencias.

3. Desarrollo de una Plataforma de Monitoreo Digital

- **Descripción:** Implementar un servidor web sencillo en PHP que permita a los usuarios acceder a información en tiempo real sobre el estado de detección y alertas del sistema.
- **Beneficios:** Facilita el acceso a la información desde dispositivos conectados a la red.

Definición de los Cargos y Participantes del Proyecto

En el marco del desarrollo del sistema de monitoreo de **Gas Natural Licuado (GNL)**, se ha definido la siguiente estructura de roles y participantes:

1. Líder del Proyecto

- **Responsable: Manuel Alejandro Mazuera Correa**
- **Funciones:**
 - Dirigir y supervisar todas las fases del proyecto.
 - Coordinar el trabajo del equipo técnico y garantizar la entrega exitosa del sistema.
 - Gestionar recursos, resolver inconvenientes y asegurar el cumplimiento de los objetivos.

2. Equipo Técnico

- **Participantes:**
 - **Yelisa González Camelo**
 - **Carlos Mario Paniagua**
- **Funciones:**
 - Implementar el sistema de monitoreo usando sensores para detectar fugas y medir la calidad del aire.
 - Desarrollar la interfaz web en **PHP** para la validación de usuarios y la visualización de datos recolectados.
 - Realizar pruebas técnicas del hardware y software.
 - Integrar la solución con la página creada para la presentación de los resultados.

Dado que el desarrollo de la página en **PHP** y la implementación del sistema de monitoreo es realizado directamente por el equipo técnico, **no se contempla la contratación externa de personal adicional.**

Análisis de Requisitos

A partir de las necesidades identificadas en el contexto del uso de **Gas Natural Licuado (GNL)** en zonas rurales y semiurbanas, se han determinado los siguientes requerimientos técnicos y funcionales que permitirán el desarrollo e implementación exitosa del sistema de monitoreo:

1. Requerimientos Funcionales

Estos describen las funcionalidades que el sistema debe cumplir:

- **Monitoreo de la Calidad del Aire:**
 - El sistema debe utilizar sensores para detectar la presencia de gases peligrosos (como fugas de GNL) en tiempo real.
 - Los datos recolectados deben ser enviados a una plataforma digital centralizada.
- **Validación de Usuarios:**
 - Se implementará una interfaz en **PHP** donde los usuarios deberán ingresar sus credenciales (usuario y clave).
 - La información será validada contra una base de datos local.
 - En caso de autenticación exitosa, el sistema redireccionará al usuario al panel de Adafruit donde se visualizarán los datos del monitoreo.
- **Generación de Alertas:**
 - El sistema debe emitir alertas visuales o digitales (correos electrónicos, mensajes) cuando se detecten valores peligrosos de gas.
- **Accesibilidad a la Información:**
 - La plataforma debe permitir a usuarios autorizados acceder a los datos de monitoreo en tiempo real desde cualquier dispositivo conectado a Internet.

2. Requerimientos Técnicos

Estos definen las herramientas, tecnologías y componentes necesarios:

- **Hardware:**
 - Sensores de gas MQ-6 o similares para detectar la concentración de GNL.
 - Microcontrolador (Raspberry Pi Pico W u otro adecuado) para procesar los datos y enviarlos a la plataforma.
 - Conexión a módulos de comunicación (Wifi).
- **Software:**

- Lenguaje de programación: **PHP** para la interfaz y validación de usuarios.
- Base de datos: **MySQL** para almacenar y validar las credenciales de acceso.
- Integración con **Adafruit IO** para la visualización y almacenamiento de los datos monitoreados.
- Sistema de envío de alertas por correo (SMTP).
- **Infraestructura:**
 - Servidor local o en la nube para alojar la plataforma web.
 - Red Wifi estable para garantizar la comunicación entre dispositivos y el servidor.

3. Requerimientos No Funcionales

Estos son atributos de calidad que el sistema debe garantizar:

- **Seguridad:**
 - Los datos de usuario y las credenciales deben manejarse de manera segura, utilizando cifrado de información.
- **Escalabilidad:**
 - El sistema debe ser capaz de integrar más sensores o usuarios a medida que crezca la demanda.
- **Usabilidad:**
 - La plataforma web debe ser intuitiva, con una interfaz fácil de usar para la comunidad beneficiaria.
- **Rendimiento:**
 - El sistema debe procesar y mostrar los datos en tiempo real sin retrasos significativos.

4. Necesidades Observadas

- **Problema principal:** Riesgo de enfermedades respiratorias y accidentes asociados con fugas de gas natural licuado debido a la falta de monitoreo continuo y seguro.
- **Necesidad identificada:** Implementar un sistema que permita a las familias y autoridades monitorear la calidad del aire y las fugas de gas en tiempo real, reduciendo riesgos.
- **Beneficiarios directos:** Comunidades rurales y semiurbanas que utilizan GNL como principal fuente de energía.

Presupuesto de la Solución

1. Costos de Hardware

Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Costo Total
Sensor de gas MQ-6	2	12000	\$ 24.000
Microcontrolador (Raspberry Pi Pico W)	1	23000	\$ 23.000
Relé (para alertas visuales)	1	3000	\$ 3.000
Cables y conectores	1	10000	\$ 10.000
Baquelita	1	12000	\$ 12.000
Estaño	1	10000	\$ 10.000
Otros	1	40000	\$ 40.000
total			\$ 122.000

2. Costos Adicionales:

Se utilizó el software **Project Libre** para gestionar el cronograma del proyecto, el cual incluye las fechas y horas de trabajo estimadas para cada integrante del equipo. Además, se ha considerado el costo por hora de cada miembro del equipo en función de su rol y participación en el proyecto. El archivo del cronograma, junto con los detalles de los costos, será anexado al repositorio de GitHub para su referencia y seguimiento.

PDR

Análisis y Diseño Preliminar (PDR)

El PDR (Preliminary Design Review) es una etapa clave dentro del desarrollo del proyecto de monitoreo de calidad del aire utilizando la Raspberry Pi Pico W, el sensor MQ-6 y una pantalla LCD, cuyo propósito es garantizar que los requisitos del sistema sean claros y que el diseño preliminar ofrezca una solución adecuada antes de avanzar hacia la implementación y el despliegue final.

1. Revisión de Requisitos del Proyecto

Se inició con una revisión exhaustiva de los requisitos funcionales y no funcionales establecidos:

- **Requisitos funcionales:**
 - Monitorear la concentración de gas natural licuado (GNL) en el ambiente mediante el sensor MQ-6.
 - Mostrar los valores obtenidos en una pantalla LCD de forma clara y en tiempo real.
 - Enviar notificaciones mediante MQTT en caso de detectar niveles peligrosos de gas.
- **Requisitos no funcionales:**
 - Asegurar la conectividad Wi-Fi estable para el envío de datos.
 - Diseñar un sistema modular que facilite futuras expansiones o modificaciones.
 - Garantizar que el sistema funcione de manera eficiente con un consumo mínimo de recursos.

Los requisitos fueron validados mediante un análisis preliminar de las necesidades del proyecto y su viabilidad técnica, asegurando que responden a un problema real: la prevención de accidentes relacionados con fugas de gas natural licuado.

2. Definición de la Arquitectura Preliminar

La arquitectura del sistema se diseñó considerando tres módulos principales:

1. **Adquisición de datos:**
 - Uso del sensor MQ-6 para medir concentraciones de GNL.
 - Configuración inicial del sensor y calibración para garantizar lecturas precisas.
2. **Procesamiento de datos:**

- Raspberry Pi Pico W como unidad de control para leer los valores del sensor, analizarlos y decidir las acciones correspondientes.

3. Comunicación y visualización:

- Envío de notificaciones mediante MQTT.
- Despliegue de los datos en una pantalla LCD para monitoreo local.

Para representar estas interacciones, se crearon diagramas de flujo que describen cómo los datos fluyen desde el sensor hasta el usuario final.

Prototipos Iniciales

Se desarrollaron prototipos iniciales para validar los componentes más críticos del proyecto:

- Un programa preliminar para leer datos del sensor MQ-6 y mostrarlos en la pantalla LCD.
- Una prueba básica de conexión a un broker MQTT para verificar la estabilidad del envío de datos.
- Integración inicial de los módulos de conexión Wi-Fi y comunicación MQTT con la Raspberry Pi Pico W.

4. Análisis de Riesgos

Durante esta fase, se identificaron posibles riesgos técnicos:

- **Conectividad Wi-Fi:** Posibles caídas de conexión al broker MQTT.
 - **Mitigación:** Implementar un sistema de reconexión automático.
- **Precisión del sensor MQ-6:** Cambios en las lecturas debido a condiciones ambientales variables.
 - **Mitigación:** Realizar una calibración inicial y proporcionar un margen de error aceptable en las mediciones.
- **Limitaciones de la Raspberry Pi Pico W:** Posibles restricciones en memoria y procesamiento.
 - **Mitigación:** Diseñar un código modular y optimizado para evitar el uso excesivo de recursos.

5. Revisión y Documentación del PDR

Se consolidaron los resultados en un informe que incluye:

- La lista detallada de requisitos funcionales y no funcionales.
- La arquitectura preliminar del sistema con sus módulos y sus interacciones.

- Una evaluación de riesgos priorizada junto con estrategias de mitigación.
- Conclusiones y recomendaciones para la siguiente fase: diseño detallado e implementación.

Impacto del PDR en el Proyecto

El proceso de PDR permitió:

- Identificar y corregir inconsistencias en los requisitos iniciales, garantizando que el sistema cumple con las necesidades planteadas.
- Establecer una visión clara de cómo interactuarán los módulos del sistema, alineando al equipo en torno a los objetivos del proyecto.
- Mitigar riesgos antes de avanzar a fases más complejas, asegurando una base sólida para el diseño detallado.

Este análisis y diseño preliminar proporciona la confianza necesaria para continuar con el desarrollo del sistema, asegurando que cumple con los objetivos técnicos y funcionales planteados desde el inicio.

Análisis de Robustez del Sistema de Monitoreo de Gas Natural Licuado

Contexto

El proyecto busca desarrollar un sistema de monitoreo para detectar fugas de gas natural licuado y medir la calidad del aire en tiempo real. Este sistema tiene como objetivo principal garantizar la seguridad en el uso del gas natural licuado, proporcionando alertas inmediatas y recomendaciones prácticas para prevenir accidentes en comunidades vulnerables.

Objetivo del Análisis de Robustez

Evaluar la capacidad del sistema de monitoreo para operar de manera efectiva y confiable en diversas condiciones, incluyendo:

- Fallos de componentes individuales.
- Variaciones ambientales (temperatura, humedad, polvo, etc.).
- Cambios en la frecuencia y concentración de fugas de gas.
- Problemas en la conectividad Wifi o el procesamiento de datos.

Componentes Clave del Sistema

El diseño del sistema integra varios elementos fundamentales, cuyos roles y justificaciones son esenciales para garantizar su robustez:

1. Transistor

- Función: Controla la corriente de los elementos conectados.
- Justificación: La Raspberry Pi Pico W no soporta corrientes altas, por lo que el transistor asegura un control confiable.
- Impacto en robustez: Un transistor de baja calidad puede fallar bajo cargas elevadas, afectando la estabilidad del sistema.

2. Raspberry Pi Pico W

- Función: Actúa como el controlador central y gestiona la comunicación Wifi.
- Justificación: Su conectividad integrada y eficiencia hacen que sea ideal para coordinar las tareas del sistema.
- Impacto en robustez: Es crucial garantizar la estabilidad de la conectividad Wifi y emplear mecanismos de reinicio en caso de fallos.

3. Sensor MQ-6

- Función: Detecta la presencia de gas natural licuado.

- Justificación: Ofrece alta sensibilidad al propano y es una opción económica.
- Impacto en robustez: Requiere calibración periódica para evitar falsas alarmas o fallos en la detección.

4. Buzzer

- Función: Genera una alarma sonora en caso de niveles peligrosos de gas.
- Justificación: Permite una notificación inmediata para alertar a los ocupantes.
- Impacto en robustez: El buzzer debe ser audible incluso en ambientes ruidosos y funcionar de forma continua ante cortes de energía.

5. Leds

- Función: Indicadores visuales del estado del sistema (niveles normales y altos de gas).
- Justificación: Proporcionan una identificación rápida y clara del estado del sistema.
- Impacto en robustez: Deben ser visibles bajo distintas condiciones de iluminación.

6. Ventilador Pequeño

- Función: Disipa el gas acumulado en niveles críticos.
- Justificación: Ayuda a mitigar situaciones de riesgo antes de que se tornen peligrosas.
- Impacto en robustez: Es fundamental garantizar su operación continua en picos críticos.

7. Placa PCB Personalizada

- Función: Soporta los componentes y facilita las conexiones.
- Justificación: Organiza el sistema y reduce el riesgo de errores en el ensamblaje.
- Impacto en robustez: Debe ser resistente a vibraciones, sobrecargas y posibles cortocircuitos.

Evaluación de Robustez

1. Condiciones Ambientales:

- Garantizar el funcionamiento correcto de los componentes bajo variaciones de temperatura, humedad y presencia de polvo.

- Asegurar la precisión de los sensores en entornos variables.
2. Escenarios de Fallo:
- Fallo del sensor MQ-6: Incorporar redundancia mediante sensores adicionales o mantener calibraciones regulares.
 - Interrupciones en conectividad Wifi: Diseñar almacenamiento local temporal para evitar pérdida de datos importantes.
3. Tolerancia a Errores:
- Implementar reinicios automáticos en la Raspberry Pi Pico W ante errores de software.
 - Incorporar algoritmos para reducir falsos positivos y falsas alarmas.
4. Pruebas de Estrés:
- Simular fugas de gas en diversas concentraciones para evaluar la respuesta del sistema.
 - Probar la resistencia de la placa PCB frente a sobrecargas y cortocircuitos.

Conclusión

El análisis de robustez revela que el diseño del sistema es sólido y cumple con los requisitos esenciales para operar de manera confiable en comunidades vulnerables. No obstante, la implementación de redundancia en sensores, calibraciones periódicas y mecanismos de tolerancia a errores reforzará su eficacia. Además, las pruebas de estrés continuas permitirán validar su funcionamiento en condiciones críticas y su resistencia a factores externos.

