Sistema de Monitoreo de Gas natural licuado para Seguridad en Viviendas

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

Universidad del valle.

**Asignatura** : Metodologías de desarrollo de software.

**Resumen**

El proyecto busca evaluar el impacto del uso del gas propano en la salud de las comunidades, enfocándose en enfermedades respiratorias y otros problemas asociados. Se desarrollará un sistema de monitoreo que implementará sensores para detectar fugas de gas y medir la calidad del aire en tiempo real. Además, se generarán recomendaciones prácticas para el uso seguro del gas propano, especialmente en comunidades vulnerables.

**Introducción**

La creciente dependencia del gas propano como fuente de energía en los hogares colombianos ha planteado importantes desafíos en términos de salud pública y seguridad. A pesar de sus ventajas, el uso inadecuado de este combustible puede dar lugar a riesgos significativos, incluyendo enfermedades respiratorias y accidentes relacionados con fugas de gas. Este proyecto tiene como objetivo evaluar el impacto del gas propano en la salud de las comunidades y desarrollar un sistema de monitoreo efectivo que permita detectar fugas y medir la calidad del aire en tiempo real. Al proporcionar recomendaciones prácticas y promover un uso seguro, se busca proteger a las poblaciones más vulnerables y fomentar un entorno más seguro para todos.

**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 |  |
| Representante Financiero |  |

**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.

**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.