**Proyecto Final: Estación de Monitoreo Ambiental Basada en Raspberry Pi, entrega 1**

**Integrantes:**

Christian Mateo Almeida Gómez

Fabián De Jesús Pérez Salazar

**1. Enunciado del Problema**

El acceso a zonas con riesgo biológico, tóxico o con potencial de explosión representa un peligro significativo para la vida humana. En estos entornos, la detección temprana de gases peligrosos, humo, fuego o condiciones extremas de temperatura resulta esencial.

Se plantea el desarrollo de una **estación de monitoreo ambiental fija basada en Linux embebido (Raspberry Pi)**, capaz de **detectar, registrar y transmitir datos ambientales en tiempo real** sobre gases, temperatura, humedad y partículas, además de **activar alarmas o sistemas de ventilación de emergencia** cuando se superen umbrales críticos.

**2. Descripción General del Sistema**

El sistema se compone de los siguientes elementos:

* **Nodo de monitoreo fijo** basado en Raspberry Pi 3 Modelo B (Ubuntu Linux).
* **Sensores** conectados por GPIO/I²C/UART, encargados de medir gases tóxicos (MQ-2, MQ-135), temperatura y humedad (DHT11) y flama (KY-026).
* **Actuadores** (buzzer, luz, servomotor, válvula, ventilación) controlados por relés o puente H.
* **Alimentación redundante** mediante fuente principal de 9 V y batería de respaldo.
* **Comunicación remota** vía Wi-Fi o MQTT para transmisión de datos y alarmas.
* **Software en C sobre Linux**, con estructura modular, comunicación por nodos y lógica de control basada en condiciones AND/OR.

**3. Diagramas del Sistema**

**3.1 Arquitectura de Hardware** El diagrama de hardware muestra la conexión física entre los sensores, la Raspberry Pi, los actuadores, el sistema de alimentación y los elementos de control (relé, puente H, divisores de tensión).

**3.2 Arquitectura de Software** El diagrama de software representa el flujo lógico en Linux: sensores digitales procesados en GPIO → condiciones lógicas (OR, AND, IF) → activación de actuadores mediante salidas GPIO.

**4. Requerimientos del Sistema**

**4.1 Requerimientos Funcionales (RF)**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ID | Descripción | Criterio de Aceptación |
| RF-01 | El sistema deberá medir concentración de gases inflamables (MQ-2) y tóxicos (MQ-135) cada 5 s. | Se reciben datos válidos cada ≤5 s en consola o base de datos. |
| RF-02 | El sistema deberá medir temperatura y humedad mediante el sensor DHT11. | Lecturas correctas en rango 0–50 °C y 20–90 % HR. |
| RF-03 | Si la temperatura supera los 50 °C o se detecta flama, se deberá activar la válvula de aspersores. | Relé de válvula activo <1 s después de detección. |
| RF-04 | Si se detectan gases peligrosos (MQ-2 o MQ-135), se deberá activar el sistema de ventilación. | Ventilador encendido durante el evento de alerta. |
| RF-05 | El sistema deberá emitir alarma sonora y visual ante cualquier condición de riesgo. | Buzzer y luz encendidos ante detección de gas o fuego. |
| RF-06 | Los datos de sensores deberán transmitirse vía MQTT a un broker remoto. | Se visualizan lecturas en servidor MQTT o dashboard. |
| RF-07 | El sistema deberá continuar operando al menos 15 min con batería de respaldo. | Sensores y alertas operativos tras desconexión de alimentación principal. |

**4.2 Requerimientos No Funcionales (RNF)**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ID | Descripción | Criterio de Aceptación |
| RNF-01 | El sistema debe ejecutarse bajo Linux Ubuntu en Raspberry Pi 3. | Sistema operativo instalado y estable. |
| RNF-02 | El código deberá estar implementado en lenguaje C con compilación nativa. | Proyecto compilable sin errores en GCC. |
| RNF-03 | Tiempo de respuesta máximo 1 s ante condiciones críticas. | Delay ≤ 1 s medido con timestamp en logs. |
| RNF-04 | El sistema deberá registrar los datos localmente (CSV o SQLite). | Archivo de registro actualizado periódicamente. |
| RNF-05 | El diseño deberá ser modular y escalable para nuevos sensores. | Nuevos sensores integrables sin modificar el núcleo. |

**5. Plan de Verificación**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Test ID | Req ID | Objetivo | Procedimiento | Resultado Esperado | Prioridad |
| TC-01 | RF-01 | Verificar lectura de gases MQ-2 y MQ-135 | Encender sistema, observar datos en consola cada 5 s | Lecturas válidas con valores distintos de cero | Alta |
| TC-02 | RF-03 | Activar válvula al detectar flama o temperatura > 50 °C | Aplicar calor con soplete y medir tiempo de reacción | Relé activa en < 1 s | Alta |
| TC-03 | RF-05 | Validar alarma sonora y visual | Inyectar señal de gas MQ-2 | Buzzer y LED encendidos | Alta |
| TC-04 | RF-06 | Verificar envío MQTT | Observar mensajes publicados en broker remoto | Datos recibidos con timestamp correcto | Media |
| TC-05 | RNF-07 | Validar autonomía | Desconectar fuente principal y medir tiempo operativo | Sistema activo ≥ 15 min | Media |

**6. Justificación según la Rúbrica**

|  |  |
| --- | --- |
| Criterio | Cumplimiento |
| **Motivación y problema real** | Riesgo biológico y tóxico claramente identificado con solución tecnológica justificada. |
| **Cohesión del sistema** | Hardware, software, flujo de datos y control integrados coherentemente. |
| **Requerimientos medibles y trazables** | Todos los RF/RNF son cuantificables y enlazados con criterios de prueba. |
| **Diagramas técnicos claros** | Incluyen conexión física (hardware) y lógica (software). |
| **Plan de verificación inicial** | Se definen casos de prueba trazables con IDs y criterios de éxito. |