

Universidad de Costa Rica

Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería Eléctrica

IE-0624 Laboratorio de Microcontroladores

I ciclo 2025

Propuesta Proyecto: Sistema Distribuido de Medición de
Nivel y Alerta por Inundaciones usando Arduino y
Módulo WiFi

Luis Brenes Campos C21324

Elizabeth Matamoros Bojorge C04652

Profesor: MSc. Marco Villalta Fallas

29 de abril de 2025

Índice

1. Descripción de la aplicación	2
2. Justificación	2
3. Objetivos y alcances	3
3.1. Objetivo General	3
3.2. Objetivos Específicos	3
3.3. Alcances	3
4. Metodología	4
5. Cronograma	5

1. Descripción de la aplicación

El proyecto consiste en el diseño e implementación de un sistema distribuido para la detección temprana de inundaciones, utilizando una red de tres microcontroladores Arduino Uno. Dos de estos Arduinos funcionan como nodos sensores, ubicados en distintos puntos de monitoreo (aguas arriba y aguas abajo), donde cada uno mide el nivel de agua mediante sensores ultrasónicos. El tercer Arduino Uno actúa como nodo central o “gateway”, encargado de recibir los datos de los nodos sensores, analizar la situación y generar alertas.

Para la comunicación IoT, el nodo central está equipado con un módulo WiFi ESP8266, que permite enviar información a una plataforma remota de monitoreo como ThingSpeak o a un bot de Telegram. Esto posibilita al usuario observar en tiempo real los niveles de agua y recibir notificaciones cuando se detecta una condición de riesgo.

Además de subir los datos a la nube, el sistema activa alarmas locales (buzzer y LEDs) cuando los niveles superan umbrales críticos. Se considera también una función para estimar la velocidad de avance de una cabeza de agua comparando los tiempos de detección entre nodos, simulando el comportamiento de sistemas reales de alerta hidrometeorológica.

El sistema está orientado a ser una solución funcional, educativa y escalable, que simula de forma simplificada el comportamiento de redes de monitoreo aplicadas en zonas de riesgo por inundaciones, utilizando tecnologías de bajo costo y fácil acceso.

2. Justificación

Las inundaciones representan uno de los fenómenos naturales más frecuentes y destructivos a nivel mundial, afectando tanto zonas urbanas como rurales. En muchos casos, los daños podrían mitigarse significativamente si existiera un sistema de monitoreo distribuido que permitiera detectar a tiempo el aumento en los niveles de agua y emitir alertas preventivas. Sin embargo, los sistemas comerciales de alerta temprana suelen ser costosos, complejos de implementar o inaccesibles para comunidades vulnerables.

Este proyecto busca desarrollar una alternativa económica, escalable y funcional, basada en una red distribuida de microcontroladores Arduino Uno con sensores de nivel y conectividad IoT. A través de una arquitectura sencilla, se logra simular una red de vigilancia hidrológica que permite observar el comportamiento del flujo de agua en diferentes puntos, estimar su velocidad de desplazamiento y generar alertas locales y remotas en caso de riesgo.

La inclusión de un módulo WiFi en el nodo central permite que el sistema esté conectado a plataformas en la nube o mensajería instantánea, facilitando el acceso remoto a la información y aumentando la eficacia de la respuesta ante eventos críticos. Además, al estar construido con tecnologías abiertas y componentes de bajo costo, este sistema puede servir como base para proyectos educativos, académicos o incluso como prototipo de soluciones reales en comunidades que carecen de infraestructura tecnológica avanzada.

Este proyecto también promueve el desarrollo de competencias en electrónica, programación,

redes distribuidas e integración de sistemas IoT, lo que lo convierte en una propuesta completa y formativa dentro del contexto del curso.

3. Objetivos y alcances

3.1. Objetivo General

Crear un sistema distribuido de monitoreo de nivel de agua y generación de alertas ante posibles inundaciones, utilizando microcontroladores Arduino Uno interconectados y un módulo WiFi para la transmisión de datos a una plataforma IoT, con el fin de simular una red de alerta temprana funcional, económica y accesible.

3.2. Objetivos Específicos

- Diseñar una red distribuida de monitoreo utilizando tres microcontroladores Arduino Uno, donde dos funcionen como nodos sensores de nivel de agua y uno como nodo central con conectividad WiFi.
- Desarrollar un sistema de comunicación y alerta, que permita la transmisión de datos desde los nodos sensores al nodo central, y de este a una plataforma IoT o servicio de mensajería para notificación remota.
- Simular la detección temprana de inundaciones, mediante la medición de niveles y el cálculo del tiempo de llegada de una crecida de agua entre dos puntos, activando alarmas locales y remotas ante condiciones de riesgo.

3.3. Alcances

- El sistema será capaz de medir el nivel de agua en dos puntos distintos mediante sensores ultrasónicos conectados a microcontroladores Arduino Uno, simulando una red de monitoreo en tiempo real para detectar variaciones críticas en diferentes ubicaciones.
- Se establecerá una comunicación serial unidireccional entre los nodos sensores y el nodo central, permitiendo la transmisión continua de datos para el análisis del comportamiento del flujo de agua en el sistema.
- El nodo central integrará un módulo WiFi (ESP8266) para enviar datos a una plataforma IoT o sistema de mensajería, donde se podrán consultar los niveles de agua medidos y recibir alertas desde cualquier dispositivo con acceso a Internet.
- Se implementarán mecanismos de alerta visual (LEDs) y sonora (buzzer) en el nodo central, además de notificaciones remotas mediante servicios en la nube, cuando se detecten niveles de agua que excedan un umbral de seguridad, permitiendo una respuesta temprana ante una posible inundación.

4. Metodología

El desarrollo del sistema distribuido de alerta por inundaciones se realizará utilizando tres microcontroladores **Arduino Uno**, donde dos de ellos funcionarán como nodos sensores de nivel de agua y el tercero como nodo central con capacidad de comunicación **WiFi** mediante un módulo **ESP8266 (ESP-01)**. La programación se llevará a cabo en **C/C++**, utilizando el entorno de desarrollo **Arduino IDE**.

Se emplearán las siguientes librerías y herramientas:

- **SoftwareSerial**: para establecer la comunicación UART entre el Arduino Uno central y el módulo ESP8266.
- **NewPing** o librería equivalente: para el control y lectura de los sensores ultrasónicos HC-SR04.
- **ESP8266 AT commands**: para el manejo del módulo WiFi, permitiendo el envío de datos hacia la nube o sistemas de mensajería.
- **ThingSpeak** o **Telegram Bot API**: como plataformas para la visualización remota de los datos y la recepción de alertas en tiempo real.

El proceso de desarrollo del proyecto se llevará a cabo en las siguientes etapas:

1. **Diseño e implementación de los nodos sensores**: se configurarán dos Arduino Uno con sensores ultrasónicos HC-SR04 para medir el nivel de agua. Cada nodo enviará sus lecturas al nodo central por comunicación serial.
2. **Desarrollo del nodo central y lógica de control**: se programará un Arduino Uno para recibir los datos de los nodos sensores, estimar la velocidad de avance del agua comparando los tiempos de detección, y activar alarmas locales mediante buzzer y LEDs si se supera un umbral crítico.
3. **Integración de la conectividad WiFi**: se conectará un módulo ESP8266 (ESP-01) al nodo central mediante SoftwareSerial, y se programará la lógica para subir los datos a una plataforma IoT o enviar alertas a un bot de Telegram.
4. **Pruebas funcionales e integración final**: se verificará el funcionamiento completo del sistema en conjunto, simulando distintos escenarios de aumento de nivel de agua. Se evaluará la fiabilidad de las alertas, la comunicación entre nodos y el correcto envío de datos a la plataforma remota.
5. **Documentación y control de versiones**: se llevará un registro de los avances del proyecto utilizando **GitUCR**, y se elaborará un informe técnico con los resultados obtenidos, análisis de funcionamiento y posibles mejoras.

5. Cronograma

Semana	Tarea	Encargados
Semana 7	Obtención de los Arduinos y periféricos	Elizabeth, Luis
Semana 7-8	Pruebas básicas de los sensores	Luis
Semana 8	Pruebas básicas del módulo Wifi	Elizabeth
Semana 9-10	Código de detección de inundaciones	Luis
Semana 10	Transmisión y recepción de datos	Elizabeth
Semana 7-15	Pruebas y documentación	Elizabeth, Luis
Semana 12-15	Reporte y presentación	Elizabeth, Luis

Tabla 1: Tabla de tareas por semana y encargados

Referencias

- [1] Arduino, “Arduino Uno Rev3,” Arduino Documentation. [Online]. Available: <https://docs.arduino.cc/hardware/uno-rev3>
- [2] Espressif Systems, “ESP8266 AT Command Set,” [Online]. Available: <https://docs.espressif.com/projects/esp-at/en/latest/>
- [3] Components101, “HC-SR04 Ultrasonic Sensor,” [Online]. Available: <https://components101.com/sensors/hc-sr04-ultrasonic-sensor>
- [4] MathWorks, “ThingSpeak IoT Platform,” [Online]. Available: <https://thingspeak.com>
- [5] Telegram, “Telegram Bot API,” [Online]. Available: <https://core.telegram.org/bots/api>
- [6] A. Al-Fuqaha, M. Guizani, M. Mohammadi, M. Aledhari, and M. Ayyash, “Internet of Things: A survey on enabling technologies, protocols, and applications,” *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, vol. 17, no. 4, pp. 2347–2376, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1109/COMST.2015.2444095>
- [7] World Meteorological Organization, “Manual on Flood Forecasting and Warning,” WMO-No. 1072, Geneva, 2011. [Online]. Available: https://library.wmo.int/index.php?lvl=notice_display&id=12833
- [8] J. Lloret, M. Garcia, D. Bri, and S. Sendra, “A wireless sensor network deployment for rural and forest fire detection and verification,” *Sensors*, vol. 9, no. 6, pp. 4351–4388, 2009. DOI: <https://doi.org/10.3390/s90604351>