

Estación climatológica de humedad

Fabian Lopez

Universidad Distrital FJC

Ingeniería Electrónica

Bogotá, Colombia

Email: dflopezp@udistrital.edu.co

Cristian Castellanos

Universidad Distrital FJC

Ingeniería Electrónica

Bogotá, Colombia

Email: cacastellanosd@udistrital.edu.co

Samuel Rodriguez Mendez

Universidad Distrital FJC

Ingeniería Electrónica

Bogotá, Colombia

Email: sarodriguezm@udistrital.edu.co

Resumen—Este proyecto consiste en el desarrollo de una estación climatológica orientada específicamente a la medición y registro de la humedad ambiental, utilizando como unidad central de procesamiento un módulo ESP32. El objetivo principal es crear un sistema capaz de capturar datos en tiempo real, procesarlos y enviarlos a una plataforma local o remota para su visualización y análisis.

La estación emplea un sensor de humedad como el DHT22, el cual proporciona mediciones digitales que el ESP32 interpreta mediante sus interfaces de comunicación. Gracias a su conectividad WiFi y Bluetooth integrada, el ESP32 permite transmitir los valores de humedad hacia un servidor, una base de datos, una aplicación web, o incluso hacia servicios en la nube.

I. INTRODUCCIÓN

Este proyecto tiene como finalidad desarrollar una estación climatológica básica que permita medir la humedad ambiental utilizando un ESP32 y el sensor DHT22. Su propósito es exclusivamente académico, buscando fortalecer habilidades en programación, lectura de sensores digitales y manejo de microcontroladores. A través de la implementación del DHT22 y su comunicación con el ESP32, se exploran conceptos fundamentales como adquisición de datos, procesamiento básico de información y envío de resultados a una interfaz de salida. El proyecto sirve como ejercicio práctico para comprender cómo se integran hardware y software en sistemas sencillos de monitoreo ambiental.

II. MARCO TEÓRICO

II-A. Variables Ambientales

La **temperatura** es una magnitud física que describe el nivel de energía térmica presente en un sistema. Su medición es fundamental en aplicaciones relacionadas con control climático, confort, procesos industriales y estabilidad de equipos electrónicos.

La **humedad relativa (HR)** expresa la relación entre la cantidad de vapor de agua contenida en el aire y la cantidad máxima que podría contener a una temperatura específica. Esta variable influye de manera directa en fenómenos físicos, biológicos y en la preservación de materiales, por lo que su monitoreo resulta esencial en prácticas educativas y entornos controlados.

II-B. Sensores de Temperatura y Humedad

Un sensor es un dispositivo que transforma una magnitud física en una señal eléctrica. En el ámbito de la medición

ambiental, los sensores modernos integran tecnologías como termistores, RTD y elementos capacitivos. Muchos de estos sensores incluyen además una etapa interna de conversión analógico-digital, permitiendo el envío de información en formato digital con mayor precisión y menor susceptibilidad al ruido.

El uso de sensores combinados en proyectos académicos facilita la adquisición simultánea de múltiples variables, reduciendo la complejidad del diseño electrónico y permitiendo desarrollar prácticas centradas en la interpretación de datos y la programación.

II-C. Sensor DHT22

El sensor **DHT22** (AM2302) es un dispositivo digital destinado a la medición de temperatura y humedad relativa. Emplea un elemento *capacitivo* para la medición de humedad y un *termistor* para la medición de temperatura. Los valores captados son procesados por un microcontrolador interno que entrega los datos mediante un protocolo digital proprietario.

Entre sus principales características se encuentran:

- Rango de temperatura: -40°C a 80°C .
- Rango de humedad relativa: 0 % a 100 %.
- Precisión: $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ en temperatura y entre $\pm 2\%$ y $\pm 5\%$ en humedad.
- Salida completamente digital mediante un único pin de datos.
- Tiempo mínimo de muestreo de aproximadamente 2 s.

El protocolo de comunicación se basa en una señal de inicio enviada por el microcontrolador, seguida por una estructura de pulsos de diferentes duraciones que representan bits lógicos. Esta arquitectura simplifica su integración en plataformas de enseñanza como Arduino o ESP32.

II-D. Microcontroladores y Adquisición de Datos

Los microcontroladores permiten ejecutar rutinas destinadas a la lectura, decodificación y procesamiento de los datos enviados por el sensor. Plataformas como Arduino o ESP32 ofrecen bibliotecas específicas que interpretan el protocolo del DHT22, lo que facilita el desarrollo de actividades educativas orientadas a la programación, electrónica digital y sistemas embebidos.

El proceso de adquisición de datos generalmente incluye:

1. Inicialización del pin de comunicación.
2. Envío de una señal de arranque al sensor.

3. Recepción del tren de pulsos correspondiente a los valores codificados.
4. Conversión de los datos recibidos en variables físicas.
5. Visualización, almacenamiento o uso de la información en un sistema de control.

II-E. Relevancia Académica del Monitoreo Ambiental

El uso de sensores ambientales en proyectos formativos permite abordar conceptos fundamentales como conversión de señales, protocolos digitales, análisis de errores, calibración y procesamiento en tiempo real. El DHT22 destaca por su equilibrio entre simplicidad, precisión y bajo costo, lo que lo convierte en un recurso ideal para la enseñanza de electrónica y sistemas de monitoreo ambiental.

III. DESARROLLO ANALÍTICO

Entorno de Desarrollo y Preparación del Sistema

El proyecto fue desarrollado utilizando el entorno de programación **Thonny**, el cual es ampliamente empleado para trabajar con microcontroladores compatibles con MicroPython. Este entorno permite cargar scripts, monitorear la consola serial y depurar el código de forma sencilla y eficiente.

Para la implementación se instalaron las librerías necesarias para operar el sensor de humedad y temperatura **DHT22**, así como aquellas destinadas a la lectura del módulo **GPS MV2 (Neo-6M)** por medio de comunicación serial UART.

El microcontrolador utilizado fue el **ESP32**, seleccionado por sus capacidades de conectividad WiFi/Bluetooth, su bajo consumo energético y la posibilidad de programarlo directamente mediante MicroPython. Además, el ESP32 ofrece múltiples pines analógicos y digitales que facilitan la conexión de sensores externos.

IV. IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO CLIMÁTICO

El sistema desarrollado tiene como propósito medir y registrar en tiempo real las siguientes variables ambientales:

- Humedad relativa del aire.
- Temperatura ambiente.
- Coordenadas geográficas (latitud y longitud).
- Fecha y hora obtenidas a través del módulo GPS.

IV-A. Componentes del Sistema

El circuito final estuvo conformado por los siguientes elementos:

- **ESP32 DevKit v1** como microcontrolador principal.
- **Sensor DHT22** conectado al pin **GPIO4** para la lectura de humedad y temperatura.
- **Módulo GPS MV2 (Neo-6M)** conectado mediante **UART**.

A continuación se muestra el montaje físico del circuito.

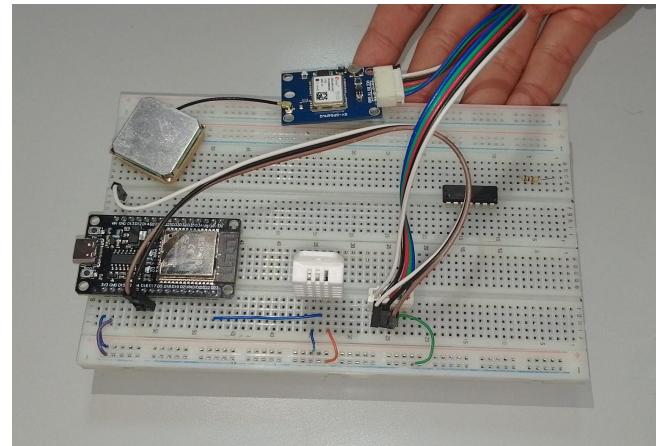


Figura 1: Montaje del circuito [?]

IV-B. Conexiones del Módulo GPS

El GPS MV2 fue integrado al ESP32 a través del puerto serial secundario, utilizando los siguientes pines:

- TX del GPS → RX2 del ESP32 (**GPIO16**)
- RX del GPS → TX2 del ESP32 (**GPIO17**)
- Alimentación: 3.3 V

Para la construcción del prototipo se utilizaron cables Dupont y una protoboard, con el fin de realizar las conexiones de manera ordenada y segura.

V. RESULTADOS

En la Figura correspondiente, se presenta la interfaz HTML generada como resultado del proyecto. Esta vista muestra de manera organizada la información obtenida en tiempo real por el sistema climatológico basado en el ESP32. En la página se visualizan los valores de temperatura, humedad relativa y las coordenadas geográficas proporcionadas por el módulo GPS MV2.

El diseño HTML permite que los datos sean fácilmente interpretables por el usuario, ya que se estructuran en un formato limpio y legible. Además, esta interfaz sirve como punto de partida para futuras mejoras, tales como la incorporación de gráficos dinámicos, almacenamiento histórico de mediciones o la integración con servicios web para monitoreo remoto.

Esta representación visual complementa el funcionamiento interno del sistema y demuestra cómo las lecturas de los sensores pueden transformarse en una presentación clara y accesible para aplicaciones académicas o de ingeniería.



Figura 2: Resultado en HTML [?]

VI. CONCLUSIONES

El desarrollo del sistema de monitoreo climático con ESP32 permitió comprender de manera práctica el uso de sensores ambientales y módulos de posicionamiento satelital dentro de un entorno de programación real. La integración del DHT22 y el módulo GPS MV2 demostró que es posible obtener variables como humedad, temperatura y coordenadas geográficas de manera simultánea y confiable.

El uso de Thonny como entorno de desarrollo facilitó el proceso de carga del código, depuración y visualización de los datos obtenidos por el microcontrolador, permitiendo una interacción directa con el hardware. Asimismo, la estructura modular del proyecto deja abierta la posibilidad de incorporar funcionalidades adicionales como almacenamiento local, envío de datos a la nube o visualización mediante paneles web.

En general, el proyecto cumplió con el propósito académico de aplicar conocimientos de programación, electrónica y sensores, logrando un sistema funcional, escalable y fácil de implementar en futuros desarrollos de mayor complejidad

REFERENCIAS

- [1] J. Martínez y A. López, "Diseño e implementación de estaciones meteorológicas de bajo costo basadas en microcontroladores," *Revista Iberoamericana de Ingeniería Electrónica*, vol. 18, no. 2, pp. 45–56, 2021.
- [2] P. García, "Uso de sensores DHT en aplicaciones de monitoreo ambiental," *Revista Tecnología y Desarrollo*, vol. 12, no. 3, pp. 77–84, 2020.
- [3] D. Ramírez y F. Torres, "Aplicaciones del ESP32 en sistemas IoT para adquisición de datos climáticos," *Revista Colombiana de Computación y Electrónica*, vol. 9, no. 1, pp. 33–41, 2022.
- [4] M. Castillo, "Integración de módulos GPS en sistemas embebidos para geolocalización," *Revista Científica de Ingeniería y Aplicaciones*, vol. 5, no. 4, pp. 22–30, 2019.
- [5] L. Sánchez y C. Rodríguez, "Implementación de redes de sensores para monitoreo ambiental utilizando MicroPython," *Revista Latinoamericana de Sistemas Embebidos*, vol. 14, no. 2, pp. 61–73, 2021.