

# Monitoreo de la atmósfera mediante el uso de un dispositivo Arduino

## Atmosphere monitoring using an Arduino device

Marko J. Rique García <sup>1,a</sup>

<sup>1</sup> Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática. Lima, Perú

<sup>a</sup> Autor de correspondencia: [marko.rique@unmsm.edu.pe](mailto:marko.rique@unmsm.edu.pe)

### Resumen

En el presente artículo científico se aborda el desarrollo y aplicación de un sistema de monitoreo atmosférico mediante el uso de un dispositivo Arduino. Se cuenta como enfoque principal el estudio en la medición y control de la temperatura atmosférica, así como en la evaluación de CO<sub>2</sub> en la atmósfera. El uso de la plataforma Arduino proporciona una solución accesible y versátil para la recopilación de datos ambientales en tiempo real.

El Arduino, equipado con sensores específicos, se despliega para capturar datos de temperatura y CO<sub>2</sub> en diversas ubicaciones y momentos. Estos datos serán esenciales para comprender las variaciones atmosféricas y el impacto que tienen en la calidad del aire.

A través de la implementación de algoritmos de control, se busca no solo adquirir información sobre las condiciones atmosféricas, sino también proponer estrategias efectivas para regular la temperatura y reducir los niveles de CO<sub>2</sub>. Este enfoque práctico y aplicado destaca la utilidad del dispositivo Arduino como una herramienta valiosa en la investigación y gestión ambiental.

En conclusión, este estudio demuestra la viabilidad y eficiencia del monitoreo atmosférico mediante el uso de dispositivos Arduino. Combinando tecnologías accesibles y datos ambientales precisos se proporciona una herramienta valiosa para la investigación y toma de decisiones en el ámbito medioambiental, contribuyendo en el campo de la ciencia atmosférica y gestión sostenible del entorno.

### Abstract

This scientific article addresses the development and application of an atmospheric monitoring system through the use of an Arduino device. The main focus is the study of the measurement and control of atmospheric temperature, as well as the evaluation of CO<sub>2</sub> in the atmosphere. Using the Arduino platform provides an accessible and versatile solution for real-time environmental data collection.

The Arduino, equipped with specific sensors, is deployed to capture temperature and CO<sub>2</sub> data at various locations and times. This data will be essential to understanding atmospheric variations and the impact they have on air quality.

Through the implementation of control algorithms, the aim is not only to acquire information about atmospheric conditions, but also to propose effective strategies to regulate temperature and reduce CO<sub>2</sub> levels. This practical and applied approach highlights the usefulness of the Arduino device as a valuable tool in environmental research and management.

In conclusion, this study demonstrates the feasibility and efficiency of atmospheric monitoring using Arduino devices. Combining accessible technologies and accurate environmental data provides a valuable tool for research and decision-making in the environmental field, contributing to the field of atmospheric science and sustainable management of the environment.

## 1. Introducción

Actualmente la calidad de aire es una preocupación ambiental de grado crucial, contando con ramificaciones directas en la salud y equilibrio ecológico. La evolución de la tecnología ha otorgado beneficios significativos a la sociedad, pero, al mismo tiempo, ha generado desafíos ambientales, sobre todo en la gestión de contaminantes atmosféricos. La problemática global de la contaminación del aire y la necesidad de encontrar soluciones tecnológicas efectivas se convierten en el eje central de nuestra investigación.

Este estudio se enfoca en el desarrollo de un prototipo de medición de contaminantes utilizando sensores de bajo costo basados en sistemas Arduino. La elección de los sensores y la plataforma Arduino se fundamenta en su accesibilidad, versatilidad y capacidad para ofrecer soluciones precisas y asequibles en el monitoreo atmosférico.

La relevancia de esta investigación se destaca en el contexto de la problemática global, donde millones de vidas se ven afectadas anualmente por la contaminación atmosférica. Además, se reconoce la importancia de la evolución tecnológica como una herramienta que no solo ha contribuido a los problemas ambientales, sino que también puede ofrecer soluciones efectivas.

La presente introducción revisa brevemente la importancia de los sensores de bajo costo, resaltando experiencias a nivel mundial que respaldan la viabilidad de esta aproximación. La utilización de la tecnología Arduino y los sensores se presentan como una estrategia clave para abordar la medición de contaminantes gaseosos de manera efectiva y económica.

El objetivo principal de este proyecto es contribuir a la comprensión y mejora de la calidad del aire, desarrollando un prototipo que permita un monitoreo preciso y accesible. Los objetivos específicos se centran en la implementación de sensores en un entorno Arduino, la recolección de datos en tiempo real y la propuesta de estrategias para mitigar los efectos adversos de la contaminación atmosférica.

En resumen, se busca integrar tecnologías de bajo costo en la medición de contaminantes, enfocándose en la accesibilidad y precisión para avanzar hacia soluciones efectivas en la gestión ambiental.

## 2. Metodología

La medición precisa de contaminantes atmosféricos ha ganado importancia con el advenimiento de tecnologías de bajo costo y accesibles, particularmente los sensores de óxidos metálicos y la plataforma Arduino. El internet de las cosas (IoT), conceptualizado por el profesor Kevin Ashton, ha sido un catalizador clave en la

evolución de sistemas de monitoreo remoto. Este paradigma permite la conectividad de dispositivos y sensores, facilitando la recolección de análisis de datos en tiempo real.

Los sensores son fundamentales en la medición de contaminantes gaseosos, ya que responden a cambios en la concentración de sustancias específicas. La versatilidad y el bajo costo de estos sensores han abierto nuevas posibilidades para la monitorización ambiental. La plataforma Arduino, conocida por su accesibilidad y capacidad de procesamiento, se ha convertido en una herramienta central para el desarrollo de prototipos en proyectos de este tipo.

La gestión adecuada de la contaminación atmosférica es imperativa, dada su impacto directo en la salud humana y el medio ambiente. La combinación de estos sensores y Arduino ofrece una solución efectiva para la medición de contaminantes gaseosos, permitiendo un monitoreo en tiempo real y una gestión proactiva de la calidad del aire.

### 3. Metodología

#### a. Selección de Sensores y Componentes:

- **Sensor DHT22:** El sensor de temperatura y humedad DHT22 utiliza un termistor para medir la temperatura y un sensor de

humedad capacitivo para medir la humedad. Tiene una interfaz digital de un solo cable.

- o Características:

- Tensión de alimentación: 3,3 a 6 V
- Señal de salida: señal digital a través de un solo bus
- Rango de funcionamiento y precisión (humedad): 0-100% RH; +/-2% HR
- Rango de funcionamiento y precisión (temperatura): -40 a 80 C; +/-0,5°C
- Período promedio de envío: 2 segundos
- Dimensiones (excluyendo pines): 15,3 mm (0,6") de largo x 7,8 mm (0,3") de ancho x 25,3 mm (1,0") de alto
- Peso: 2,4 g (0,08 oz)

- **Sensor MQ7:** El sensor MQ-7 permite medir gas de Monóxido de Carbono (CO), ideal para detectar concentraciones dañinas de CO en el aire. El sensor MQ-7 puede detectar concentraciones en el rango de 20 a 2000 ppm. El módulo posee una salida analógica que proviene del divisor de voltaje que forma el sensor y una resistencia de carga. También posee una salida digital

regulable por un potenciómetro, esta salida tiene un led indicador.

○ Características:

- Voltaje de Operación: 5V DC
- Voltaje de Calentamiento: 5V (alto) y 1.4V (bajo)
- Resistencia de carga: regulable
- Resistencia de calentamiento: 33 Ohm
- Tiempo de Calentamiento: 60s (alto) 90s (bajo)
- Consumo de Resistencia: aprox. 350mW
- Concentración de Oxígeno: 21%

- **Arduino Nano:** Es una placa pequeña, completa y compatible con placas de pruebas basada en ATmega328. Carece de un conector de alimentación de CC y funciona con un cable USB Mini-B en lugar de uno estándar.

○ Características:

- Microcontrolador: ATmega328
- Arquitectura: AVR
- Voltaje de funcionamiento: 5 V.
- Memoria Flash: 32 KB de los cuales 2 KB utilizados por el gestor de arranque.
- SRAM: 2 KB
- Velocidad del reloj: 16MHz
- Pines de entrada analógica: 8

- EEPROM: 1 KB
- Corriente CC por pines de E/S: 20 mA (pines de E/S)
- Voltaje de entrada: 7-12V
- Pines de E/S digitales: 22 (6 de los cuales son PWM)
- Salida PWM: 6
- Consumo de energía: 19 mA
- Tamaño de PCB: 18 x 45 mm
- Peso: 7 gramos

- **Display LCD1602:** Permite mostrar texto, números y caracteres, además hacer debugging o correcciones, además permite la corrección de errores sobre todo cuando se trabaja con sensores y procesamiento de datos. El LCD1602 posee 2 filas y 16 columnas de dígitos alfanuméricos. Para conectar la pantalla LCD al Arduino/PIC se necesitan 6 pines: 2 de control y 4 de datos.

○ Características:

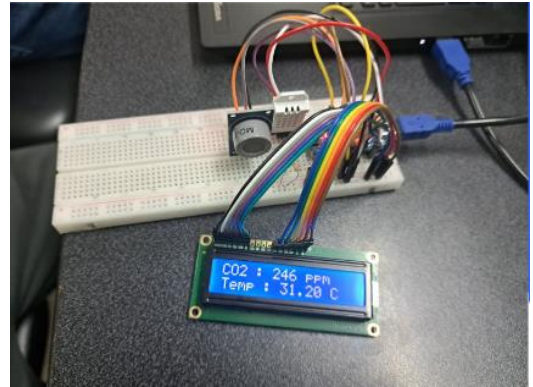
- Voltaje de Operación: 5V
- Interfaz de comunicación: Paralelo 4 u 8 bits
- Color Texto: Blanco
- Backlight: Azul
- Filas: 2
- Columnas: 16

- Dimensiones Pantalla: 64.5\*14.5 mm
- Dimensiones externas: 80.0\*36.0 mm

**b. Diseño del equipo:**

1. Se coloca el protoboard en una superficie plana.
2. A través de uso de jumpers, se conectarán el Arduino NANO, el sensor DTH22, el sensor TELAIRE T6004 NDIR y el display LCD1602 con el protoboard.
3. Se conectará el Arduino NANO con una computadora a través de un cable DATA.
4. Se hará la instalación y uso del programa de computadora Arduino IDE para desarrollar y procesar el código que posteriormente será trasladado al Arduino Nano.
5. El Arduino Nano evaluará a través de los sensores los parámetros mencionados anteriormente.
6. Los datos recopilados serán enviados al programa de computadora Visual Studio Code con el fin de poder observar de manera dinámica cuál es la variación de los datos en relación con el tiempo y posteriormente se evaluarán

para poder proponer soluciones medioambientales.



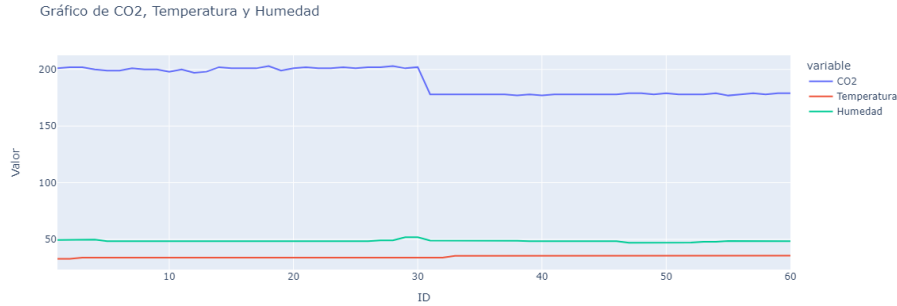
Dispositivo implementado

**c. Desarrollo de Software de Visualización**

En el presente proyecto se ha utilizado la plataforma Visual Studio Code debido a su fácil y gratuito acceso, además es uso la librería PANDAS de Python para tener acceso a una gráfica en tiempo real de los datos recopilados. Estos datos se guardan y analizan en un archivo csv, para su uso junto con la librería pandas.

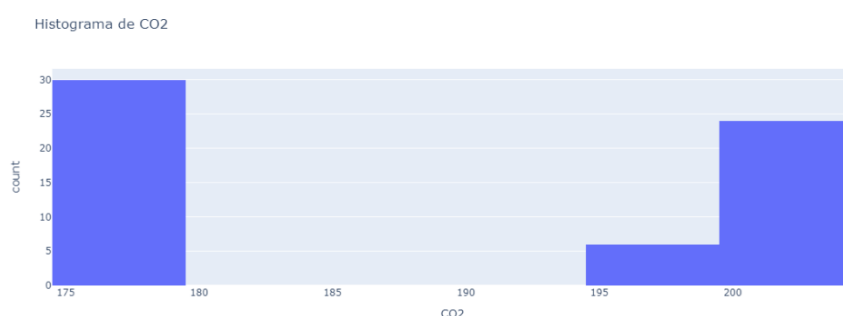
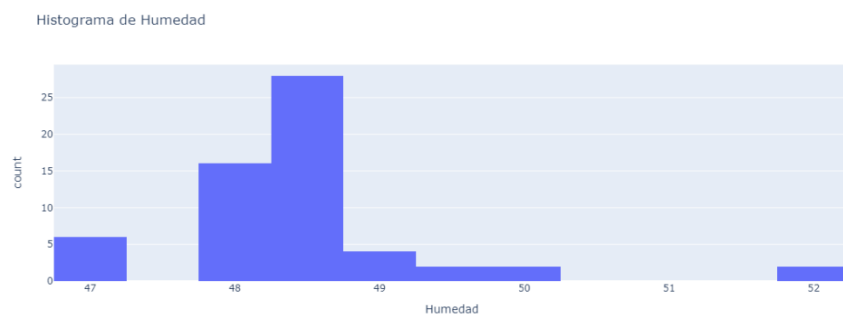
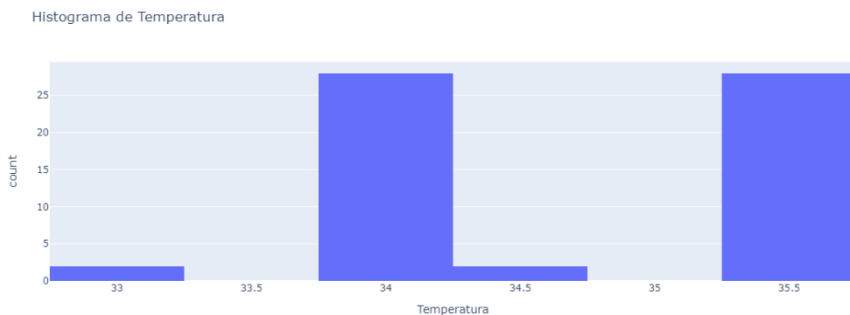
**4. Resultados**

A continuación se presentarán imágenes de los resultados obtenidos una vez se ha puesto en marcha el funcionamiento del dispositivo, el cual se encuentra configurado para capturar información de cambio en el ambiente cada segundo, esto podrá ser modificado a preferencia.



En esta gráfica se está mostrando la información capturada del CO<sub>2</sub>, temperatura y humedad en el ambiente en el cual se ubica el dispositivo. Sin embargo, también podemos usar estos datos para mostrar gráficas de un solo valor, y esto posible gracias a la utilización de la librería Pandas, a continuación, se mostrará una gráfica que solo nos muestre como dato la temperatura, humedad y presencia de CO<sub>2</sub> en gráficos de histogramas únicos.

Todas las gráficas mostradas nos permiten visualizar la variación de los datos en un ambiente tanto de manera general como de manera independiente, además estas gráficas pueden ser variadas dependiendo del uso que les deseemos dar, ya que al utilizar una librería como Pandas, podremos elegir a conveniencia el tipo de gráfica que mejor nos convenga, esto permite tener un campo más amplio al momento de querer mostrar la información.



## 5. Discusión

Los resultados obtenidos en la recopilación de datos de un cuarto cerrado, centrados en la medición de temperatura, CO<sub>2</sub> y humedad, ofrecen perspectivas valiosas sobre la calidad del aire en entornos confinados. Al comparar estos hallazgos con los resultados previamente discutidos, se pueden extraer varias conclusiones importantes.

### A. Resolución Temporal y Medición de Interiores:

La alta resolución temporal del prototipo demostró ser esencial al capturar datos en intervalos de 1 segundo, permitiendo una evaluación detallada de cómo las condiciones ambientales fluctúan con el tiempo en un entorno cerrado. Este enfoque proporciona información valiosa sobre patrones de cambio rápidos que pueden no ser evidente en mediciones menos frecuentes.

### B. CO<sub>2</sub> como Indicador de Ventilación:

La medición de CO<sub>2</sub> es un indicador clave en la calidad del aire en entornos cerrados, ya que refleja directamente la efectividad de la ventilación. Los niveles de CO<sub>2</sub> pueden aumentar significativamente en espacios con

ventilación insuficiente debido a la acumulación de emisiones de fuentes internas. La capacidad del prototipo para medir CO<sub>2</sub> brinda una herramienta útil para evaluar la eficacia de las prácticas de ventilación en el cuarto cerrado.

### C. Impacto de la Humedad en el Confort Ambiente:

La medición de la humedad es esencial para comprender el confort ambiental. La relación entre la temperatura y la humedad afecta directamente la percepción del entorno, y la capacidad del prototipo para capturar ambos parámetros proporciona una visión completa del confort térmico en el cuarto cerrado.

### D. Consideraciones sobre la Calidad del Aire en Espacios Confinados:

Los resultados corroboran la importancia de monitorear la calidad del aire en espacios cerrados, donde la ventilación puede ser limitada. La capacidad del prototipo para medir el CO<sub>2</sub>, resalta su utilidad en la evaluación de ambientes interiores donde la salud y el bienestar de los ocupantes son una preocupación primordial.

### E. Perspectiva Comparativa con Otros Contaminantes Gaseosos:

Al comparar estos resultados con mediciones de contaminantes

gaseosos específicos, como CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, y otros, se podría obtener una comprensión más completa de cómo los factores ambientales generales influyen en la concentración de sustancias específicas. Esta relación podría ser clave para evaluar la eficacia de estrategias de ventilación y su impacto en la calidad del aire.

En conjunto, estos resultados respaldan la eficacia del prototipo en la medición de variables ambientales cruciales en un entorno cerrado. La alta resolución temporal y la capacidad de medir una variedad de parámetros posicionan al dispositivo como una herramienta valiosa para evaluar y mejorar la calidad del aire en entornos interiores, destacando su potencial en aplicaciones tanto domésticas como comerciales.

## 6. Conclusiones

El desarrollo y la implementación del prototipo basado en sistemas Arduino han culminado en hallazgos significativos y perspectivas valiosas sobre la calidad del aire en entornos cerrados. Las conclusiones extraídas de esta investigación resaltan la importancia de esta tecnología asequible y eficiente para evaluar y monitorear condiciones ambientales en tiempo real.

### A. Éxito del Prototipo:

La generación exitosa del prototipo ha demostrado ser un logro clave en la investigación. La capacidad de medir de manera simultánea la temperatura, CO<sub>2</sub> y humedad con alta resolución temporal valida la eficacia y versatilidad del dispositivo para aplicaciones específicas en entornos cerrados.

### B. Relevancia en Entornos Cerrados:

La medición detallada de CO<sub>2</sub> en entornos cerrados destaca la relevancia del prototipo en la evaluación de la calidad del aire en espacios con ventilación limitada. Este enfoque proporciona información valiosa para comprender la eficacia de las prácticas de ventilación y su impacto en la acumulación de contaminantes gaseosos.

### C. Contribuciones a la Comodidad Ambiental:

La inclusión de mediciones de humedad complementa la evaluación de la calidad del aire al abordar la comodidad ambiental. Esta perspectiva adicional destaca la capacidad del prototipo para ofrecer una visión integral de las condiciones ambientales que afectan la percepción y el bienestar de los ocupantes en espacios cerrados.

### D. Aplicaciones Versátiles:



La versatilidad del prototipo, tanto en su uso fijo como portátil, posiciona esta tecnología como una herramienta adaptable para diversas aplicaciones. Ya sea en entornos domésticos, comerciales o industriales, el prototipo ofrece una solución accesible y eficaz para el monitoreo de la calidad del aire.

#### **E. Potencial para Investigaciones Futuras:**

Las conclusiones de este trabajo abren la puerta a investigaciones futuras y mejoras en la tecnología. La capacidad de medir una variedad de contaminantes gaseosos y variables ambientales sugiere posibles extensiones del prototipo para abordar desafíos específicos o evaluar entornos con requisitos particulares.

En resumen, las conclusiones de este trabajo respaldan la efectividad del prototipo de medición de contaminantes gaseosos basado en sistemas Arduino como una herramienta valiosa para evaluar la calidad del aire en entornos cerrados. Las implicaciones de esta investigación se extienden a aplicaciones prácticas y aportan a la comprensión y mejora continua de la calidad del aire en diversos contextos.

#### **7. Referencias**

[1] Ancavil, C., & Antonio, T. (2021). Desarrollo de prototipo de medición de contaminantes gaseosos a través de sensores de bajo costo basados en sistemas Arduino.

<https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/182165>

[2] Botello Mendoza, N., & Arenas Castro, J. A. (2023). Estudio de la viabilidad de implementación de una estación de monitoreo de la calidad del aire utilizando la tecnología Arduino.

[3] Melgar, G., & Manuel., V. (2015). Desarrollo de un sistema sensorial de la calidad del aire con Arduino. <https://ebuah.uah.es/dspace/handle/10017/23851>

[4] (N.d.-a). Edu.Ec. Retrieved February 29, 2024, from <https://repositorio.unemi.edu.ec/handle/123456789/4780>

[5] (N.d.-b). Lareferencia.Info. Retrieved February 29, 2024, from [https://www.lareferencia.info/vufind/Record/CO\\_1e66b7cdb251bfb4f506306392e87719](https://www.lareferencia.info/vufind/Record/CO_1e66b7cdb251bfb4f506306392e87719)