



Medición de calidad del aire utilizando drones

Armando Hernández Machuca^{1}, Carlos Kuri Juárez Suárez¹, Samira King Delgado¹, Jesús Muñoz Blanco¹*

¹TecNM-Instituto Tecnológico Superior de Pánuco

*armando.hernandez@itspanuco.edu.mx

RESUMEN

El uso de tecnologías para la identificación y mejor atención en el campo es hoy en día un factor de competencia y eficiencia para un mayor aprovechamiento de la agricultura y el ambiente de la región de Pánuco, Veracruz México, ya que permite tener un control más detallado acerca del estado en que se encuentra el ambiente para un sembradío.

La intención del proyecto es construir un prototipo que permita obtener datos de CO₂ con la finalidad medir la calidad del aire, ya que existen estaciones de recolección y bombeo pertenecientes a PEMEX (Petróleos Mexicanos), por lo que se tiene como objetivo construir una herramienta tecnológica a través del uso de tecnologías emergentes con la finalidad de utilizarlo como una herramienta tecnológica para el análisis de emisiones de dióxido de carbono (CO₂) en zonas de cultivo de Pánuco, Veracruz.

Palabras claves: Drones, sensores, factores ambientales.

ABSTRACT

The use of technologies for the identification and better attention in the field, is today a factor of competition and efficiency for a better use of agriculture and the environment of the region of Panuco, Veracruz Mexico, since it allows to have a more control. detailed information about the state of the environment for a crop.

The intention of the project is to build a prototype that allows CO₂ data to be obtained in order to measure air quality, since there are collection and increase stations belonging to PEMEX (Petroleos Mexicanos), for which the objective is to build a technological tool

through the use of emerging technologies in order to use it as a technological tool for the analysis of carbon dioxide (CO₂) emissions in cultivation areas of Panuco, Veracruz.

Key words: Drones, sensors, ambiental factors.

INTRODUCCIÓN

El mundo experimenta una creciente demanda por productos agrícolas para lograr cumplir con las exigencias de mercados que hacen uso de productos comestibles y abastecer a una población en constante crecimiento. Se estima que la población mundial para el 2050 será de 9,700 millones de personas, lo cual implica la necesidad de mejorar la producción de alimentos (Vázquez, 2021).

La ciudad de Pánuco, Veracruz, situada en el extremo norte del estado, colindante con los estados de Tamaulipas y San Luis Potosí, y con una extensión territorial de 3171.2 km² de los cuales 1442 son destinados a la agricultura (Geografía, 2017). La mayor producción agrícola está basada en el cultivo de caña de azúcar, seguido por la soya y el sorgo (Pesquera, 2022).

Su clima se vuelve propicio de acuerdo a que cuenta con un clima subhúmedo con lluvias en verano con humedad del 75% y cálido subhúmedo con lluvias en invierno, de humedad media al 25% (Geografía, 2017).

El adecuado aprovechamiento de los recursos naturales para una producción sostenible y sustentable se vuelve una necesidad apremiante, con el soporte de los recursos tecnológicos actualmente disponibles. Así como el uso de tecnología permite un adecuado monitoreo e identificación de niveles de CO₂, utilizando plataformas emergentes de apoyo, como el uso de vehículos aéreos no tripulados.

En la ciudad de Pánuco, Veracruz existen estaciones de recolección y bombeo pertenecientes a PEMEX (Petróleos Mexicanos), algunas de las cuales se encuentran instaladas en zonas cercanas a cultivos de caña de azúcar. La intención del proyecto es construir un prototipo que permita recolectar datos de CO₂ para lograr medir la calidad del aire, con la finalidad de utilizarlo como una herramienta tecnológica de análisis de emisiones de dióxido de carbono (CO₂).

METODOLOGÍA

Después de realizar el análisis del proyecto, se determinó el proceso de desarrollo del proyecto, el cual está integrado por cinco etapas.

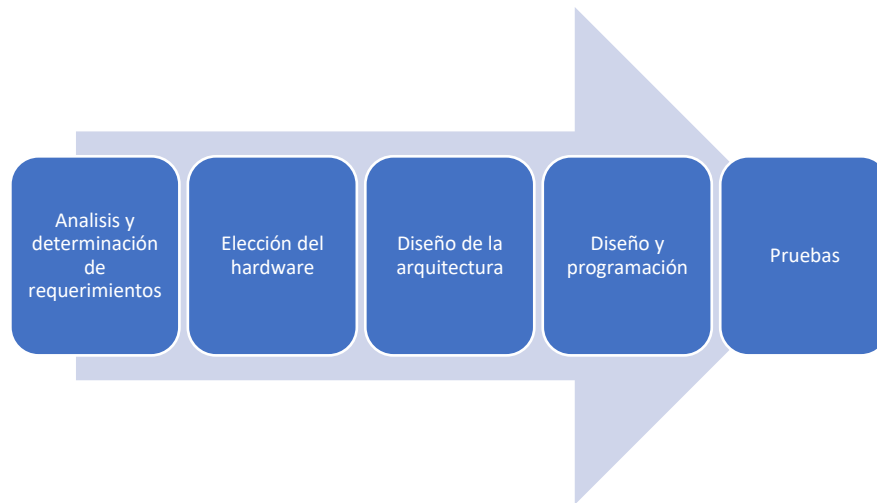


Figura 1. Proceso de Desarrollo

Análisis y determinación de requerimientos

Al realizar el análisis del sistema se determinan los siguientes requerimientos del proyecto son:

- Identificar factores de calidad en el aire, que incluya CO₂, y compuestos orgánicos volátiles (VOC) que son compuestos que contienen carbono y otros elementos químicos como el hidrógeno, oxígeno, nitrógeno, cloro, azufre, etc. y que a temperatura ambiente son gaseosos, en un espacio determinado.
- Manipulación programada de un vehículo aéreo no tripulado (dron) que pueda desplazarse de manera autónoma, permitiendo recolectar datos de acuerdo al plan de vuelo configurado.

Elección de hardware

Para la construcción del sistema se determinó la utilización de la tarjeta NodeMCU ESP8266 con conectividad inalámbrica, el sensor MQ-135 y sensor GPS Neo-6m.

El sensor de calidad de aire MQ-135, es un sensor usado para la detección de contaminación en el medio ambiente, la señal de salida que proporciona el MQ-135 es dual analógica y digital, adecuado para la detección de NH₃, NO_x, alcohol, benceno, humo, CO₂, entre otros.

El sensor GPS Neo-6m permite establecer una comunicación serial UART para compartir información de geolocalización con la tarjeta NodeMCU, el propósito de integrar este sensor es para posterior mapeo de la áreas registradas con niveles de CO₂.

Para la recolección de datos se considera el uso del Dron DJI Mini SE, integrando la plataforma Dron Armony para la realización del plan de vuelo y realizar la medición de manera autónoma.

Diseño y arquitectura del sistema

Este tipo de arquitectura se presenta para la interfaz de medición del sensor MQ135 y adquisición de datos GPS, considerando como datos la Latitud y Longitud; lo cuales serán recibidos y almacenados en la memoria EEPROM de la tarjeta NodeMCU ESP8266, es importante considerar que el espacio de almacenamiento tiene como máximo 4MB. La memoria se almacenan los datos de latitud, longitud y ppm, por lo que se requiere un espacio 16 bytes por cada registro que se realice. Posteriormente se traslada la información a un servidor, para que la información pueda ser tratada y mostrada estadísticamente, ya sea en aplicación web o móvil, como se muestra en la figura 2.

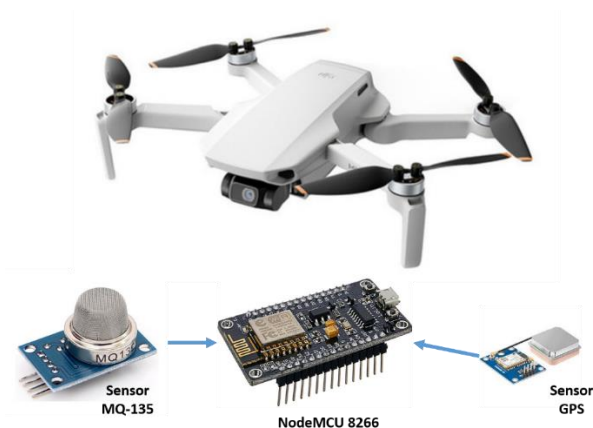


Figura 2. Arquitectura del sistema

El sensor permitirá adquirir los datos correspondientes a factores de calidad de aire; los datos adquiridos serán procesados a través de un microcontrolador, almacenados y posteriormente compartidos a través de una red de datos, que para este sistema se propone el uso de la tarjeta NodeMCU 8266, la cual tiene incorporada una tarjeta que permite una conectividad inalámbrica WLAN (Red Inalámbrica de Área Local), utilizada para el envío de la información hacia un servidor web local; después de que concluya el estudio de campo el servidor web a través de la implementación del protocolo HTTP adquirirá y almacenará la información correspondientes a los parámetros ambientales, para posteriormente procesarla y compartirla a través de una aplicación Web y móvil; las aplicaciones permiten visualizar los datos de manera gráfica, y a su vez emitirá notificaciones y recomendaciones con base a los parámetros que se registran a través de los sensores.

Diseño y Programación

Para la codificación del sistema de monitoreo y control se ha elegido el siguiente software: Arduino Programming Language (basado en Wiring) y el Arduino Development Environment (basado en Processing).

Las funcionalidades de los módulos identificación y recepción de datos son las siguientes:

- Lectura de verificación de los sensores de aire.
- Mapeo de ruta de vuelo del dron.
- Ejecución del plan de vuelo.
- Lectura y envío de datos de calidad del aire (CO₂).
- Tratamiento y reporte de datos.

Pruebas

En esta etapa de realización de pruebas de funcionalidad ejecutando la activación tanto manual como autónoma para la medición de los factores integrados en el dron.

Los controles manuales se establecieron con el fin de probar los módulos de medición por separado, el primero consiste en que el módulo ordene al sensor realizar la lectura, almacenar los datos en la memoria interna y posteriormente depositarla en el servidor, a

través de la red WLAN (Red Inalámbrica de Área Local). La segunda etapa permite que el dron pueda hacer la trayectoria trazada, es decir, ir al punto indicado y retornar, la integración final, es montar la interfaz de medición en el dron para que permita el vuelo y medición autónoma.

RESULTADOS

El dióxido de carbono es un gas incoloro e inodoro que forma parte de la naturaleza y no es realmente un tóxico, pero produce el desplazamiento del oxígeno y en concentraciones altas de más de 30,000 ppm, puede tener un impacto negativo a nuestra salud, por lo que es un indicador fundamental para determinar la necesidad de renovación de aire (Geoambiental, 2022).

El CO₂ es muy importante para el correcto desarrollo de un cultivo, además del agua y la luz, y es importante considerar que, para producir cultivos de manera óptima en cuanto a calidad y cantidad, la planta requiere una concentración de CO₂ de 700 a 1000 ppm. Por qué se hace importante vigilar esta variable ambiental, y más en zonas donde se encuentran ubicadas estaciones de trabajo de pozos para la extracción de crudo de petróleo (Geoambiental, 2022).

El sensor MQ-135, es un sensor que permite medir las Partes por Millon del CO₂, permitiendo medir la calidad del aire. El modo de comunicación del sensor es de manera analógica y digital, tiene un rango de detección de 10 a 1000ppm. Cabe señalar que el sensor MQ-135 permite medir varios metales como Amoníaco (NH₃), Óxido de nitrógeno (NO_x), Alcohol, Sulfuros, Benceno (C₆H₆), Monóxido de carbono (CO); por lo que parte del trabajo a futuro del proyecto es análisis y seleccionar sensores que permitan medir con mayor precisión y exactitud los niveles de CO₂.

A través del uso del IDE de Arduino se construyó un programa que permitiera obtener lecturas de ppm a través del sensor MQ-135, utilizando conexión serial y el monitor serie como se muestra en la figura 3.



Figura 3. Lectura de ppm del MQ-135

Se construyó un programa que permitiera obtener las coordenada GPS, latitud y la longitud; lo resultados de las lecturas se muestran en la figura 4. Para obtener los datos se utiliza una conexión serial, y para su visualización el monitor serie de IDE de Arduino.

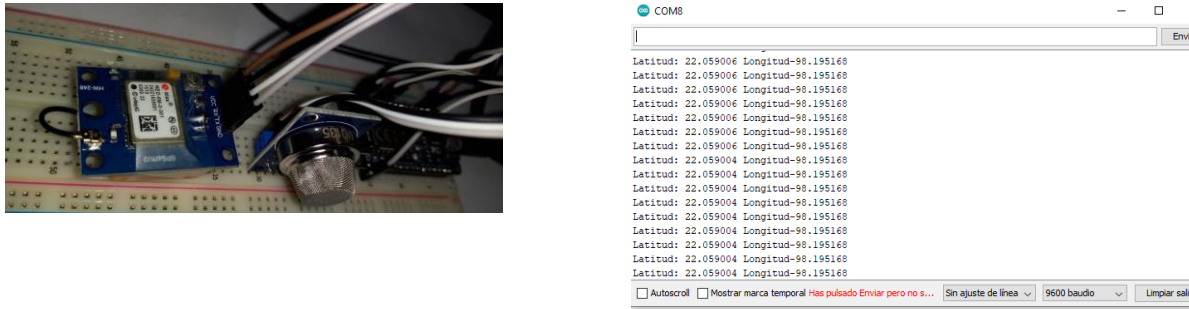


Figura 4. Lectura de ppm del MQ-135

Como parte del desarrollo del sistema se logró integrar la interfaz electrónica en un gabinete para su integración con el Dron DJI Mini SE, se muestra en la figura 5. Para suministrar energía al sistema electrónico recolector de datos de CO2 y datos GPS se utilizó una batería de 9V.

Es necesario señalar que el sensor MQ-135 se debe “curar” de 6 a 12 horas, para que el calentamiento del sensor elimine los residuos que pudieran estar presentes al momento de su fabricación.

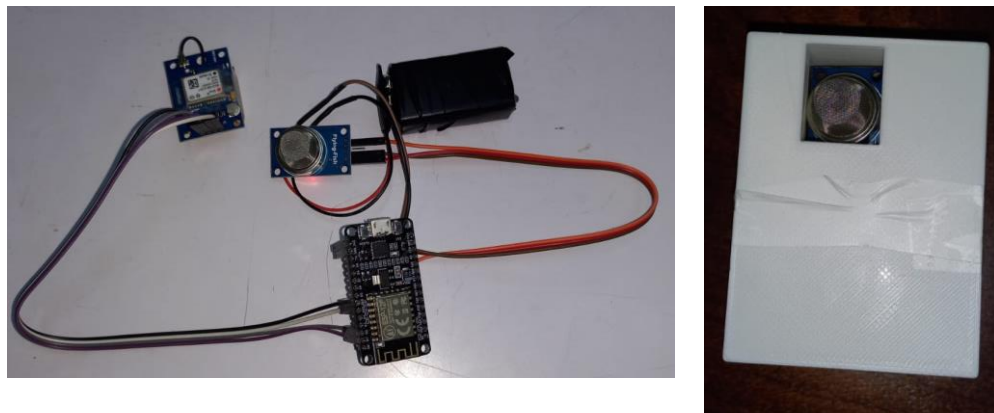


Figura 5. Sistema electrónico recolector de datos de CO2 y GPS.

Para visualizar la información recolectada se construyó una aplicación Web que permite visualizar los datos GPS y CO2, logrando proporcionar la longitud, latitud y ppm de los niveles de CO2. Permitiendo utilizar la herramienta de Google Maps para visualizar los puntos registrados a través de un mapa. La aplicación Web se muestra en la figura 6.

Interfaz GPS y Calidad del aire

Detalles de Localización y CO2

| | |
|-----------------------|-----------------|
| Latitude | 22.039906 |
| Longitude | -98.151071 |
| Date | 14 / 10 / 2022 |
| Time | 09 : 24 : 40 PM |
| Partículas por millón | 147 |

[Clic aquí](#) Para checar en Google maps.

22°02'23.7"N 98°11'27.9"W
Pánuco, Ver., México

Figura 6. Aplicación Web construida

Para la recolección de datos se montó una base en Dron DJI Mini Se para anclar el gabinete, el cual se muestra en la imagen figura 7 y lograr recolectar datos a través del uso del Dron, en el cual se elevó a 5 metros, logrando tener estable el Dron. Considerar

que el movimiento de aceleración del Dron afecta la estabilización del mismo, pero no afecta las lecturas del sensor, debido a esto se pretende como trabajo futuro asegurar de manera fija el chasis del prototipo electrónico.



Figura 7. Pruebas realizadas con el Dron DJI Mini SE

DISCUSIÓN

Como resultado del desarrollo del proyecto se obtuvo una interfaz electrónica con capacidad de recolectar datos de geolocalización GPS y datos de ppm de CO₂, y compartirlos a través de tecnología inalámbrica WiFi, utilizando una aplicación Web. Actualmente para el almacenamiento de datos en la tarjeta NodeMCU se utiliza almacenamiento dinámico, considerado como trabajo futuro el brindar un formato JSON a los datos para enviarlos a un servidor Web para su almacenamiento y procesamiento.

Los chasis en conjunto con la interfaz electrónica tienen un peso de 140 gramos, por lo que es necesario reducir el peso e integrarlo de manera fija, ya que dentro de las pruebas realizadas existen tiempos de inestabilidad en el vuelo del Dron.

CONCLUSIONES

La incorporación e integración de la tecnología en los sectores importantes en el desarrollo económico de la región, desarrollado por instituciones de educación superior permite una mayor vinculación con las empresas y organismos de la región.

Promover la investigación en los alumnos y los docentes para beneficio de la sociedad, así como ser el punto de partida de proyectos que generen un impacto positivo en las condiciones ambientales de nuestra región, genera un grado de responsabilidad social.

LITERATURA CITADA

Drones, A. E. (20 de Noviembre de 2020). Parrot ANAFI: guía con características, funciones, opiniones y más. Obtenido de <https://aerocamaras.es/parrot-anafi-guia-caracteristicas-funciones-opiniones/#caracteristicas-dron-parrot-anafi>

Geoambiental, I. p. (2022). El dióxido de carbono. Obtenido de <https://www.saludgeoambiental.org/dioxido-carbono-co2/>

Geografía, I. N. (1 de Enero de 2017). Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Obtenido de Instituto Nacional de Estadística y Geografía: https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/anuarios_2017/702825094980.pdf

Jern, M. (14 de enero de 2022). TDS: ¿Una manera fiable de medir la calidad del agua? Obtenido de Tapp Water: <https://tappwater.co/es/tds-medir-calidad-agua/>

Pesquera, S. d. (2022 de Junio de 2022). Producción Agrícola. Obtenido de Producción Agrícola: <https://www.gob.mx/siap/acciones-y-programas/produccion-agricola-33119>

Salud, O. M. (21 de marzo de 2022). Agua para consumo humano. Obtenido de OMS: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>

Vázquez, M. L. (23 de septiembre de 2021). Agricultura de precisión, análisis de imágenes aplicada a la producción agrícola. Obtenido de <http://www.inecol.mx/inecol/index.php/es/2017-06-26-16-35-48/17-ciencia-hoy/1431-agricultura-de-precision-analisis-de-imagenes-aplicada-a-la-produccion-agricola>