

OCSAK-Calidad del Aire

Burrola Figueroa Jorge Fabiel, Morales Bustamante Yoana Esmeralda, Mungarro Briones Jorge Enrique

Resumen – Este proyecto tiene como objetivo abordar la problemática de la contaminación por monóxido de carbono (CO) y otros contaminantes ambientales, destacando su importancia tanto para la salud humana como para el medio ambiente. El monóxido de carbono es un gas peligroso y a menudo se le llama el "asesino silente" debido a su falta de propiedades sensoriales evidentes.

El proyecto busca crear conciencia en las comunidades urbanas sobre los efectos de la contaminación por CO y otros contaminantes, con un enfoque en la monitorización y el análisis de datos. Se mencionan estadísticas preocupantes sobre las muertes relacionadas con la contaminación del aire y su impacto económico en diversas regiones.

Para llevar a cabo este proyecto, se utilizan una serie de componentes y sensores, incluyendo el MPU-6050 (un sensor de aceleración y giroscopio), el sensor de oxígeno SHT30, módulos GPS NEO-6M, sensores electroquímicos de CO₂, sensores MQ-7 para detectar el monóxido de carbono, y módulos XBEE para la comunicación inalámbrica de datos.

En resumen, este proyecto se centra en la concienciación sobre la contaminación por CO y otros contaminantes, así como en la recopilación de datos y la monitorización del aire para comprender mejor su impacto en la salud y el medio ambiente. Utiliza una variedad de sensores y tecnologías para llevar a cabo estas tareas.

I. INTRODUCCIÓN

La contaminación por monóxido de carbono es un asunto de gran importancia tanto para la salud humana como para el medio ambiente. Este gas, que es incoloro insípido e inodoro, se forma principalmente a través de la combustión incompleta de diversos combustibles, incluyendo carbón, petróleo y gas natural. A pesar de su falta de propiedades sensoriales evidentes, el monóxido de carbono puede ser extremadamente peligroso en altas concentraciones, lo que lo ha llevado a ser apodado el "asesino silente".

La contaminación es un problema global que alerta a todo el mundo que afecta a nuestra fauna, vegetación y seres vivos. Afecta desde la emisión de contaminantes químicos hasta la generación de desechos. nuestras actividades humanas han dejado una marca profunda en el medio ambiente. La contaminación se refiere a la introducción de sustancias o agentes contaminantes en el ambiente que causan efectos

perjudiciales. Estos contaminantes pueden variar desde productos químicos tóxicos y residuos industriales hasta la contaminación del aire, del agua y del suelo. A medida que la industrialización y la urbanización han avanzado, la cantidad y la variedad de contaminantes liberados al entorno han aumentado considerablemente.

II. INFORMACION BASICA DEL PROYECTO

A. Planteamiento del problema.

El crecimiento urbano ha llevado a la concentración de actividades económicas, agravando la contaminación del aire. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), en 2012, la contaminación del aire causó 3.7 millones de muertes en todo el mundo. Esto incluye un 11% de muertes por enfermedad pulmonar obstructiva crónica, un 6% por cáncer de pulmón, un 40% por enfermedad isquémica del corazón, un 40% por accidente cerebrovascular y aproximadamente un 3% por infecciones respiratorias agudas.

En términos económicos, el Banco Mundial estima que, en América Latina, los efectos en la salud debido a la emisión de contaminantes pueden reducir el Producto Interno Bruto (PIB) en un 2%. En México, un estudio del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) evaluó los impactos económicos y de salud de la calidad del aire en áreas metropolitanas. Se encontró que si se cumplieran los límites recomendados por la OMS para las partículas PM_{2.5}, se evitarían pérdidas económicas por 45,000 millones de pesos y 2,170 muertes prematuras. Siguiendo las normativas mexicanas, se podrían evitar gastos de 27,000 millones de pesos y alrededor de 1,317 muertes prematuras.

La contaminación del aire también afecta los ecosistemas, causando fenómenos como la lluvia ácida debido a la presencia de contaminante como los óxidos de nitrógeno y azufre. Estos impactos resaltan la necesidad de identificar las fuentes y volúmenes de emisión de contaminantes para diseñar políticas públicas efectivas que reduzcan la contaminación y sus efectos en la salud y del medio ambiente.

B. Justificación

El presente proyecto tiene como propósito principal crear conciencia en las comunidades urbanas sobre los efectos de la contaminación por monóxido de carbono (CO) en nuestro entorno. Destaca que muchas personas no comprenden los riesgos asociados con la exposición al CO y, por lo tanto, la necesidad de emprender un proyecto de concienciación.

El desarrollo de dicho proyecto es justificado desde una perspectiva profesional debido a varios motivos:

- **Impacto en la salud pública.** Se reconoce que el CO puede tener graves consecuencias para la salud pública, y el proyecto busca proteger vidas y el bienestar de la población.
- **Falta de conocimiento público.** Se señala que muchas personas no están al tanto de los riesgos del CO, lo que destaca la necesidad de educar a la población sobre este problema.
- **Responsabilidad profesional y social.** Se argumenta que, como profesionales, exista una responsabilidad ética, y se destaca la importancia de prevenir accidentes al crear conciencia sobre situaciones de riesgo y medidas de prevención.

C. Objetivos

Objetivo General.

- Concientizar a la comunidad sobre los daños ocasionados por el monóxido de carbono y otros contaminantes como el dióxido de carbono.

Objetivos Específicos.

- Análisis de datos recopilados por el CanSat.
- Realizar un análisis predictivo con los datos recabados a un largo plazo.

D. Ficha técnica.

Giroscopio:

- **Nombre:** MPU6050.
- **Tipo:** Sensor de movimiento y orientación.
- **Rango de voltaje de operación:** 2.375V - 3.46V.
- **Rango de temperatura de funcionamiento:** -40°C a +85°C.
- **Comunicación:** Interfaz I2C.
- **Características principales:** Acelerómetro y giroscopio de 3 ejes, procesamiento de movimiento en tiempo real, alta precisión.

Sensor de oxígeno:

- **Nombre:** Sensor de oxígeno SEN0322 (O2).
- **Tipo:** Sensor de gas.
- **Voltaje de funcionamiento:** 3.3 a 5.5 VCC.
- **Rango de medición:** 0% a 25%.
- **Precisión:** ±10%.
- **Rango de temperatura de funcionamiento:** -20°C a 50°C.

- **Comunicación:** Interfaz I2C.
- **Características principales:** Detección de concentración de oxígeno en el aire, ampliamente utilizado en aplicaciones médicas e industriales.

Modulo GPS:

- **Nombre:** NEO-6M V2.
- **Tipo:** Módulo GPS.
- **Voltaje de operación:** 3.3V - 5V.
- **Interfaz de comunicación:** UART.
- **Precisión de posicionamiento:** <2.5 metros.
- **Rango de temperatura de funcionamiento:** -40°C a 85°C.
- **Características principales:** Módulo GPS de bajo consumo de energía, capacidad de posicionamiento preciso, utilizado en aplicaciones de seguimiento y navegación.

Sensor de temperatura y humedad:

- **Nombre:** SHT30 Centaurus.
- **Tipo:** Sensor de temperatura y humedad.
- **Rango de voltaje de operación:** 2.4V - 5.5V.
- **Rango de temperatura de funcionamiento:** -40°C a +125°C.
- **Precisión de temperatura:** ±0.3°C.
- **Precisión de humedad:** ±2%.
- **Características principales:** Medición precisa de temperatura y humedad, comunicación a través de I2C o UART.

Dispositivos Zigbee:

- **Nombre:** XBEE S2C PRO.
- **Tipo:** Módulo de comunicación inalámbrica.
- **Rango de frecuencia:** 2.4 GHz.
- **Alcance típico:** Hasta 1.6 km en línea de visión.
- **Interfaz de comunicación:** UART.
- **Temperatura de operación:** -40°C ~ 85°C.
- **Características principales:** Módulo de comunicación inalámbrica Zigbee con largo alcance y configuración flexible.

Sensor de monóxido de carbono:

- **Nombre:** MQ-9.
- **Tipo:** Sensor de gas.
- **Gases detectados:** Monóxido de carbono (CO) y gases inflamables.
- **Rango de temperatura de funcionamiento:** -10°C a +50°C.
- **Características principales:** Detección de gases tóxicos e inflamables, ampliamente utilizado en aplicaciones de seguridad y detección de fugas.

Sensor de dióxido de carbono:

- **Nombre:** MG-811.
- **Tipo:** Sensor de gas de dióxido de carbono (CO2).

- **Rango de medición de CO₂:** 350 ppm a 10,000 ppm (partes por millón).
- **Tensión de alimentación:** 6V a 9V (típico 7.4V).
- **Tiempo de calentamiento:** Alrededor de 3 minutos.
- **Corriente de funcionamiento:** Aproximadamente 60 mA.
- **Temperatura de funcionamiento:** -10°C a +50°C.
- **Humedad de funcionamiento:** 95% de humedad relativa máxima.

Regulador de voltaje:

- **Nombre:** LM317.
- **Tipo:** Regulador de voltaje ajustable positivo.
- **Voltaje de entrada (V_{in}):** 4.2V a 40V (máximo absoluto de 42V).
- **Voltaje de salida ajustable (V_{out}):** 1.25V a 37V.
- **Tensión de referencia:** 1.25V.
- **Temperatura de operación:** -40°C a +125°C.
- **Tensión de referencia (V_{ref}):** 1.25V \pm 1%.
- **Tensión de caída (Dropout voltage):** 2.5V (típico a máxima corriente de salida).
- **Regulación de línea:** 0.01% / V (típico).
- **Regulación de carga:** 0.1% / A (típico).

Arduino:

- **Nombre:** Arduino Mega 2560
- **Microcontrolador:** ATmega2560
- **Voltaje de funcionamiento:** 5V
- **Voltaje de entrada (recomendado):** 7-12V
- **Voltaje de entrada (máximo):** 6-20V
- **Pines de Entrada/Salida Digital:** 54 (de los cuales 15 se pueden usar como salidas PWM)
- **Pines de Entrada Analógica:** 16
- **Velocidad del reloj:** 16 MHz
- **Tamaño de la placa:** 101.52 mm x 53.3 mm
- **Conexiones USB:** 1 puerto USB tipo B
- **Conexión de alimentación:** 1 conector de alimentación DC
- **Interfaces de comunicación:** UART, SPI, I2C, USB

E. Diagrama de conexiones.

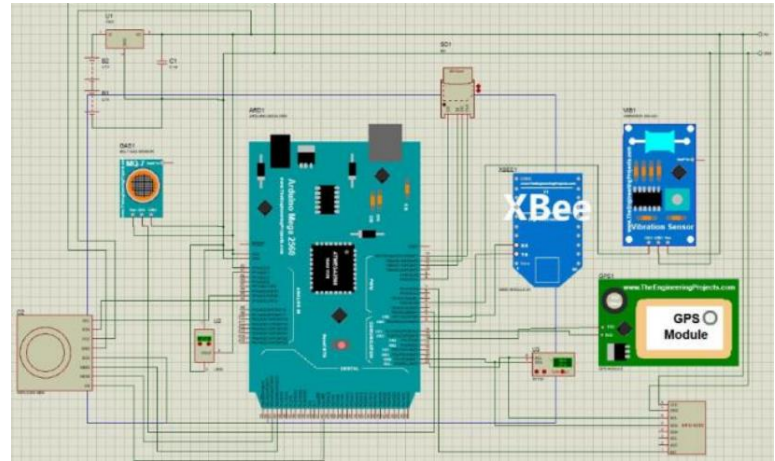


Figura 1. Diagrama de conexión del CANSAT

F. Diagrama de comunicación

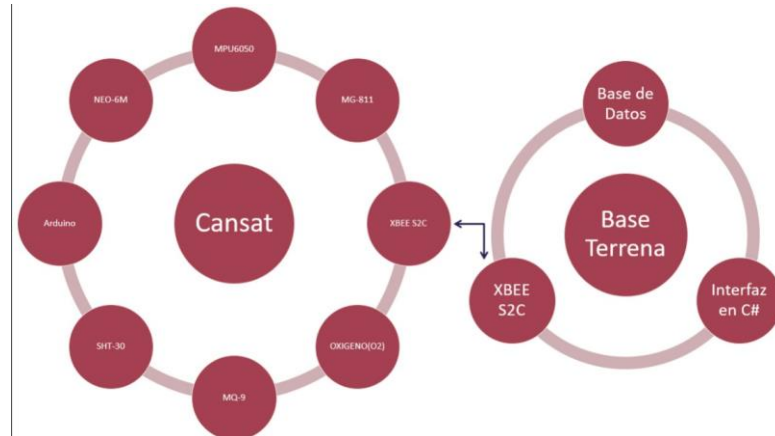


Figura 2. Esquema de comunicación de CANSAT a base terrena

III. MARCO TEÓRICO.

A. Monóxido de carbón.

El monóxido de carbón es ligeramente menos denso que el aire. En la naturaleza se genera CO en la producción y degradación de la clorofila, mientras que si origen antropogénico se sitúa en las combustiones incompletas. Este contaminante se combina con la hemoglobina en los glóbulos rojos de la sangre y forma carboxihemoglobina (COHb), sabiendo la afinidad de la hemoglobina por CO unas 250 veces mayor que por el O₂. La formación de COHb disminuye la capacidad la capacidad de la sangre para transportar O₂ y además aumenta la afinidad de los lugares de unión del O₂ por el mismo, lo que interfiere con su liberación en los tejidos y produce hipoxia y alteraciones del funcionamiento celular (en las neuronas, en las células del corazón y otros músculos). Esto conlleva efectos psicológicos y cardiovasculares (asteo clorosis, arritmias).

Para el monóxido de carbono, los calores máximos recomendados son concentraciones medias en 8 horas de 10 mg/m³ y valores máximos de 30 mg/m³.

B. Niveles del Monóxido de carbono en la atmosfera.

El satélite de la NASA ha estado monitoreando los niveles de monóxido de carbono (CO) en la atmosfera durante más de dos décadas. Se ha observado una disminución en los niveles promedio de CO, que ha caído alrededor de un 15 por ciento desde el año 2000. Aunque esta disminución es una noticia positiva, la tasa de reducción se ha desacelerado en los últimos años, pasando de alrededor del 1% anual en la primera parte del periodo de estudio a alrededor del 0.5% anual en los años recientes.

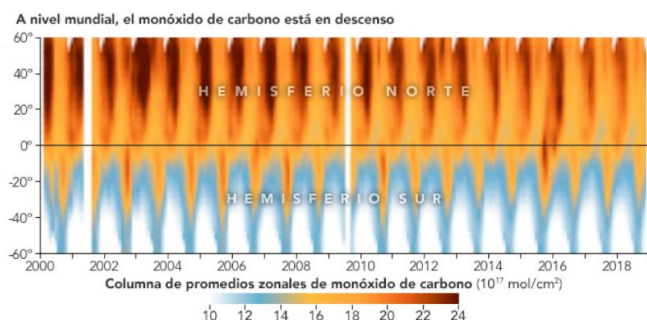


Figura 3. Nivel mundial del monóxido de carbono en los últimos 20 años.

Los datos de tendencia en la concentración de monóxido de carbono (CO) durante las últimas décadas son claras. La imagen proporcionada muestra la variación estacional y geográfica del CO atmosférico, registrada por la Medición de la Contaminación en la Troposfera (MOPITT) entre 2000 y 2019.

Se observan picos estacionales en la primavera en ambos hemisferios, impulsados por cambio en la disponibilidad de luz solar y la presencia de radical hidroxilo (OH), una molécula que descompone el CO en dióxido de carbono en la atmosfera. La disminución de la luz solar en invierno reduce la cantidad de OH en el aire, permitiendo que los niveles de CO aumenten durante esta temporada y principios de la primavera.

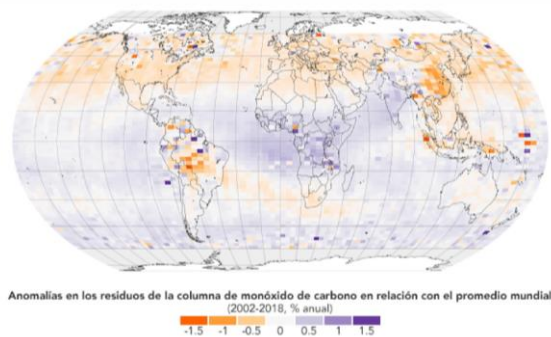


Figura 4. Promedio de disminución de contaminación por CO desde el 2002 a 2019

La Figura 2 muestra las tendencias residuales en las concentraciones de monóxido de carbono (CO) desde 2002, donde las concentraciones están disminuyendo a un ritmo más rápido (Naranja) o más lento (Azul) que el promedio mundial.

- **Este de China.** Se ha observado una disminución de las concentraciones de CO en el este de China una tasa de alrededor de 1% anual, la más rápida en comparación en cualquier otra región del mundo. Esto se debe gran parte a un cambio en la fuente de energía, con las personas pasando de quemar carbón en sus hogares a utilizar gas natural o electricidad de centrales eléctrica que emiten menos CO.
- **India.** A pesar del crecimiento económico y demográfico en la India, no se ha producido un cambio generalizado hacia tecnologías más limpias, lo que ha limitado el progreso en la reducción de la contaminación por CO.
- **África Central.** En esta región, el desarrollo urbano y la quema generalizada de cultivos, entre otros factores, puede haber limitado la tasa de disminución de la concentración de CO.
- **Sudeste Asiático Marítimo.** Esta área ha experimentado disminuciones en las concentraciones de CO, posiblemente debido a una menor quema de biomasa en los bosques.
- **América del Sur.** La quema de biomasa ha disminuido en América del Sur, contribuyendo a la reducción de CO en la región. Sin embargo, se señala que la deforestación y los incendios están aumentando nuevamente en Brasil, lo que podría revertir esta tendencia.

En cuando a los cambios sobre el océano, se cree que son el resultado de procesos que ocurren en la tierra antes de que el CO sea transportado por el viento sobre los océanos. Aunque los océanos emiten CO en menor cantidad en comparación en otras fuentes naturales y antropogénicas, estos datos estacan como diferentes regiones del mundo experimentan variaciones en las concentraciones de CO debido a una serie de factores, incluidos los cambios de las fuentes de emisión y las prácticas agrícolas.

C. Uso de la teledetección.

Las teledetecciones de recursos naturales se basen en un sistema de adquisición de datos a distancia sobre la biosfera, que está basado en las propiedades de la radiación electromagnética y en su interacción con los materiales con los materiales de la superficie terrestre.

Todos los elementos de la Naturaleza tienen una respuesta espectral propia que se denomina *signatura espectral*. La teledetección estudia las variaciones espectrales, espaciales y temporales de las ondas electromagnéticas, y pone de manifiesto las terrestres. Su objetivo esencial se centra en la identificación de los materiales terrestres.

Satélites de Recursos Naturales LANDSAT y Sentinel

La teledetección, desde el lanzamiento del primer satélite Landsat en 1972, ha sido un avance significativo para el monitoreo de la superficie terrestre. Esta tecnología ha proporcionado imágenes satelitales continuas de todo el mundo, permitiendo un análisis a largo plazo de la dinámica terrestre. Su utilidad se extiende a áreas sin registros oficiales sólidos, abriendo posibilidades en el monitoreo ambiental, urbano, búsqueda de recursos y aplicaciones militares.

Actualmente, hay una variedad de sensores y satelitales disponibles para estudiar fenómenos urbanos, aunque solo unos pocos son de uso gratuito, destacando la misión Landsat y Sentinel. Landsat, operada por el Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS), ha lanzado siete satélites, el último siendo Landsat 8 en 2013, con sensores OLI y TIRS que ofrecen una resolución radiométrica de 16 bits y espacial de 30 m, entre otras características.

Por otro lado, Sentinel es un proyecto de la Agencia Espacial Europea (ESA) bajo el programa Copernicus. El Satélite Sentinel 2A, lanzado en 2015.

En la Figura 5, se muestran las imágenes de Color Verdadero (True Color) de cada uno de los sensores. Entre ambas se nota una ligera diferencia en la distinción de los colores verdes, que en la Landsat 8 permite una mayor definición de coberturas lo cual puede ser debido a la mayor capacidad del sensor OLI en su resolución radiométrica. A pesar de ellos ambas permiten una clara distinción visual de las distintas coberturas que se presentan en la ciudad y particularmente la distribución de las densidades de construcción.

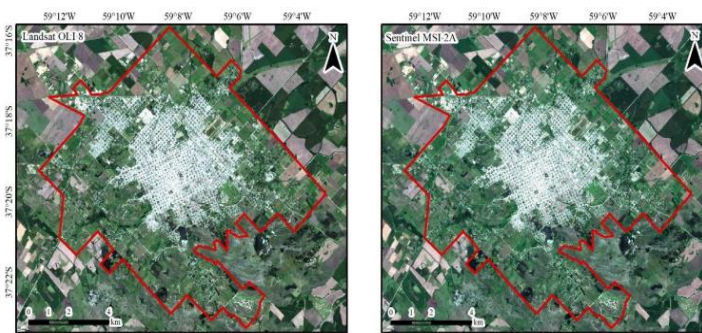


Figura 5. Color Verdadero de Landsat OLI 8 y Sentinel MSI 2A.

En la Figura 6, se presenta la distribución espacial de los índices de construcción en las imágenes. Los colores violetas (NDBI) y marrón oscuro (UI) resaltan las áreas con mayor construcción. Comparando los resultados de cada sensor, se observa que el Sentinel muestra superficies más extensas con valores elevados, especialmente en el centro y la zona de la Metalúrgica. Además, en el barrio Procrear, el Sentinel proporciona un mayor detalle a nivel intra-manzana debido a su resolución espacial, lo que es crucial para detectar cambios futuros en esa área.

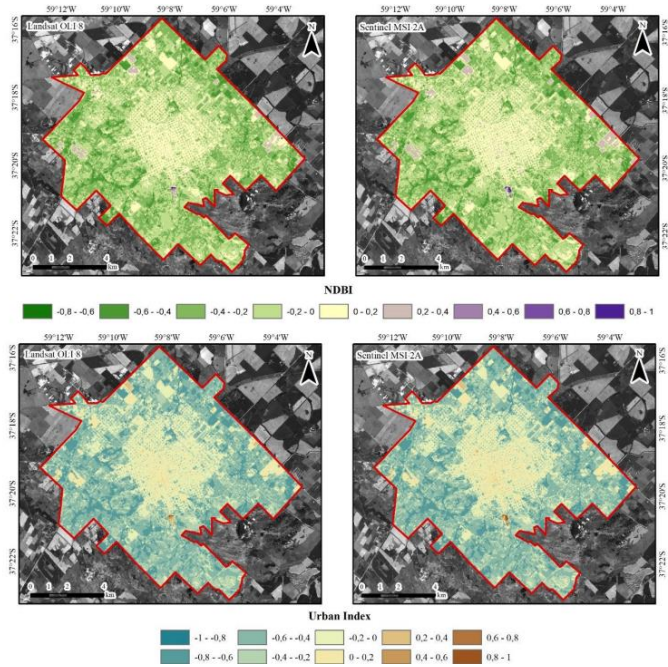


Figura 6. Índices de construcción de Landsat OLI 8 y Sentinel MSI 2A.

La Figura 7, muestra gráficos de dispersión que comparan los resultados de cada índice entre ambos sensores. Se destacan que el Urban Index presenta una alta correlación ($r=0.91$), lo que indica una concordancia significativa entre los sensores en este aspecto. Los valores del NDBI también son comparables, con una correlación de 0.91, señalando una similitud entre los sensores en cuanto a este índice.

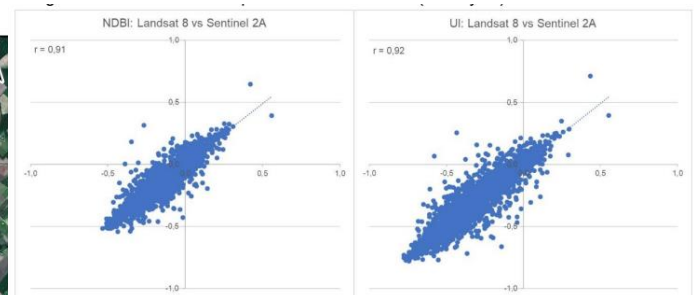


Figura 7. Gráficos de dispersión de cada índice (NDBI y UI) entre ambos satélites.

IV. ARQUITECTURA DEL PROYECTO.

A. Arduino Mega.

Arduino Mega 2560 es una placa basada en el microcontrolador ATmega2560. Dispone de 54 canales y salidas digitales, de las cuales 15 pueden ser usadas como salidas PWM (Pulse Wide Modulation), 4 puertos seriales por

hardware (UART), un cristal de 16 MHz, una conexión USB, un conector de alimentación, un conector ICSP para programación y un botón de reset. Esta placa contiene todo lo necesario para dar soporte al microcontrolador.

El microcontrolador Atmel Atmega2560-16AU está fabricado con tecnología CMOS de 8 bits y baja potencia, basado en la arquitectura RISC mejorado de AVR.

Mediante la ejecución de potentes instrucciones en un solo ciclo de reloj, el Atmega2560-16AU consigue lograr rendimientos que se aproximan al 1 MIPS por MHz, lo que permite al diseñador del sistema optimizar el consumo de energía versus la velocidad de procesamiento.

B. Xbee 2SC

Los módulos XBee son dispositivos utilizados para enviar y recibir datos de forma inalámbrica valiéndose del protocolo IEEE 802.15.4, los cuales pueden funcionar dentro de una topología de red de diferentes maneras, incluyendo el Coordinador, Router y End Device (Faludi, 2010).

La topología de una red de sensores inalámbricos puede ser clasificada en cuatro categorías: topología punto, topología de estrella, topología de clúster árbol y topología de malla como lo muestra la Figura 8.

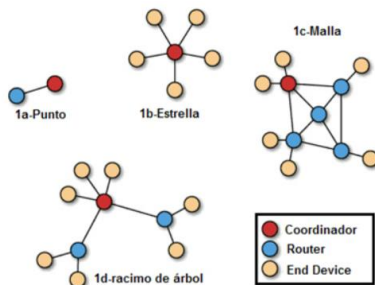


Figura 8. Topologías ZigBee

Especificaciones:

- **Frecuencia de trabajo:** 2.4 GHz
- **Velocidad de datos (máx):** Hasta 250.000b/s
- **Técnica de modulación:** DSSS
- **Rango de señal:** Hasta 1200 metros
- **Sensibilidad:** -100 a -102 dBm
- **Voltaje de la fuente:** 2.1 V ~ 3.6 V
- **Potencia – Recepción:** 33 a 45mA
- **Corriente – Transmisión:** 28 a 31 mA
- **Interfaz de comunicación:** SPI, UART
- **Capacidad de memoria:** 32kB Flash, 2kB RAM
- **Tipo de montaje:** Through Hole
- **Temperatura de operación:** -40°C ~ 85°C

C. Centaurus SHT30

SHT3x-DIS es la próxima generación de Sensirion Sensores de temperatura y humedad. Se basa en una nueva Chip sensor CMOSens® que está en el corazón de Sensirion. Nueva plataforma de humedad y temperatura. El SHT3x-DIS ha aumentado la inteligencia, la confiabilidad y mejorado especificaciones de precisión en comparación con su predecesor. Es La funcionalidad incluye procesamiento de señal mejorado, dos Direcciones I2C distintivas y seleccionables por el usuario y Velocidades de comunicación de hasta 1 MHz. La DFN El paquete tiene una huella de 2,5 x 2,5 mm manteniendo una altura de 0,9 mm. Esto permite la integración de la SHT3x-DIS en una gran variedad de aplicaciones. Además, el amplio rango de tensión de alimentación de 2,4 a 5,5 V garantiza la compatibilidad con diversos montajes. situaciones. En total, el SHT3x-DIS incorpora 15 años de conocimiento de Sensirion, líder en el sector industria del sensor de humedad

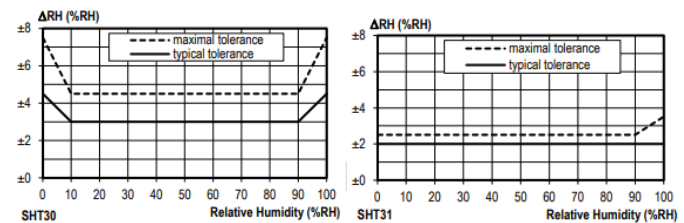


Figura 9. Tolerancia de RH a 25°C

D. MPU-6050.

El módulo MPU-6050 es un Sistema micro electromecánico (MEMS) que consta de un acelerómetro de 3 ejes en su interior. Esto nos ayuda a medir la aceleración, la velocidad, la orientación, el desplazamiento y muchos otros parámetros relacionados con el movimiento de un Sistema u objeto.

Características.

- Valores combinados del acelerómetro MEMS de 3 ejes y giroscopio de 3 ejes
- Fuente de alimentación: 3-5V
- Comunicación: protocolo I2C
- El ADC de 16 bits integrado proporciona alta precisión
- El DMP integrado proporciona una alta potencia computacional
- Se puede utilizar para interactuar con otros dispositivos IIC como el magnetómetro.
- Dirección IIC configurable
- Sensor de temperatura incorporado

El MPU6050 es un sistema micro electromecánico (MEMS) que combina un acelerómetro de 3 ejes y un giroscopio de 3 ejes en un solo dispositivo. Este sensor se utiliza para medir una amplia variedad de parámetros relacionados con el movimiento de objetos o sistemas. Además, cuenta con un procesador de movimiento digital (DMP) que puede realizar

cálculos complejos, lo que alivia la carga de trabajo del microcontrolador al que está conectado.

El MPU6050 también tiene dos pines auxiliares que permiten la conexión de otros dispositivos IIC, como un magnetómetro, aunque esta funcionalidad es opcional. Además, es posible conectar varios sensores MPU6050 a un mismo microcontrolador ajustando la dirección IIC a través del pin AD0. Este sensor es ampliamente compatible con plataformas populares como Arduino, gracias a sus bibliotecas bien documentadas y revisadas.

En resumen, el MPU6050 es una opción versátil y conveniente para aquellos que buscan monitorear el movimiento en aplicaciones como automóviles RC, drones, robots autoequilibrados, humanoides, bípedos y otros sistemas similares.



Figura 10. Modulo MPU6050.

E. SEN0322.

El sensor Gravity: I2C Oxygen / O₂ se basa en principios electroquímicos y puede medir la concentración ambiental de O₂ de manera precisa y conveniente. Con alta capacidad anti interferencia, alta estabilidad y alta sensibilidad, este sensor de oxígeno/O₂ compatible con Arduino se puede aplicar ampliamente a campos como dispositivos portátiles, dispositivos de monitoreo de la calidad del aire e industrias, minas, almacenes y otros espacios donde el aire no es fácil. Circular.

Este sensor compacto de oxígeno/O₂ dfrobot admite salida I2C, se puede calibrar en el aire y puede medir con precisión la concentración de oxígeno en el medio ambiente. Es compatible con muchas placas base como Arduino Uno, esp32, Raspberry Pi, etc. Su rango efectivo es de 0~25% Vol y la resolución puede alcanzar hasta 0,15% Vol. Admite un amplio rango de voltaje de entrada: 3,3 V a 5,5 V. Además, la vida útil es de hasta 2 años. Con una interfaz Gravity sencilla y un código de muestra práctico, puede crear su propio monitor de concentración de oxígeno/O₂ de forma fácil y cómoda.

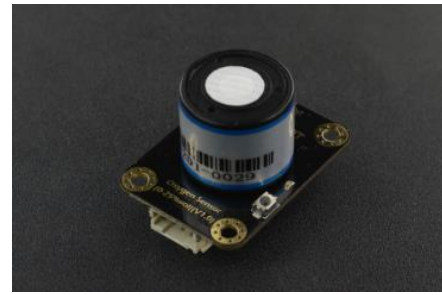


Figura 11. Sensor de Oxígeno (SEN0322)

F. NEO-6M

La serie de módulos NEO-6 es una familia de receptores GPS independientes que cuentan con el motor de posicionamiento u-blox 6 de alto rendimiento. Estos receptores flexibles y rentables ofrecen numerosas opciones de conectividad en un paquete en miniatura de 16 x 12,2 x 2,4 mm. Su arquitectura compacta y sus opciones de alimentación y memoria hacen que el módulo NEO-6 sea ideal para dispositivos móviles que funcionan con baterías con limitaciones de espacio y costo muy estrictas. El motor de posicionamiento u-blox 6 de 50 canales cuenta con un tiempo de reparación por primera vez (TTFF) de menos de 1 segundo. El motor de adquisición dedicado, con 2 millones de correlacionadores, es capaz de realizar búsquedas masivas paralelas de tiempo/frecuencia en el espacio, lo que le permite encontrar satélites al instante. El diseño y la tecnología innovadores suprimen las fuentes de interferencia y mitigan los efectos de trayectorias múltiples, lo que brinda a los receptores GPS NEO-6 un excelente rendimiento de navegación incluso en los entornos más desafiantes.



Figura 12. Modulo Gps 6M.

G. Sensor electroquímico analógico de dióxido de carbono.

Este es el primer sensor de CO₂ del mercado Arduino. El voltaje de salida del módulo cae a medida que aumenta la concentración de CO₂. El potenciómetro integrado está diseñado para establecer el umbral de voltaje. Siempre que la concentración de CO₂ sea lo suficientemente alta (el voltaje sea inferior al umbral), se emitirá una señal digital (ON/OFF).

Tiene un módulo sensor MG-811 que es altamente sensible al CO₂ y menos sensible al alcohol y al CO, baja humedad y dependencia de la temperatura.

El circuito de calefacción integrado proporciona la mejor temperatura para que funcione el sensor. La potencia interna aumenta a 6 V para obtener el mejor rendimiento del sensor de calefacción.

Este sensor tiene un circuito de acondicionamiento integrado para amplificar la señal de salida.

Para aliviar la dificultad de utilizar este sensor de CO₂, se ha adaptado una interfaz de gravedad para permitir plug&play. El escudo de expansión Arduino IO es la mejor combinación para este sensor de CO₂ que se conecta a su microcontrolador Arduino.

Este es un sensor de CO₂ electroquímico basado en Arduino, adecuado para análisis cualitativos. DFRobot también desarrolló otros sensores infrarrojos de CO₂, que son adecuados para análisis cuantitativos.



Figura 13. Sensor electroquímico analógico de dióxido de carbono (0-10,000 ppm)

H. MQ-7

El sensor MQ-7 permite medir gas de Monóxido de Carbono (CO), ideal para detectar concentraciones de dañinas de CO en el aire y así evitar sus daños en la salud. El sensor MQ-7 puede detectar concentraciones en el rango de 20 a 2000ppm. 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.

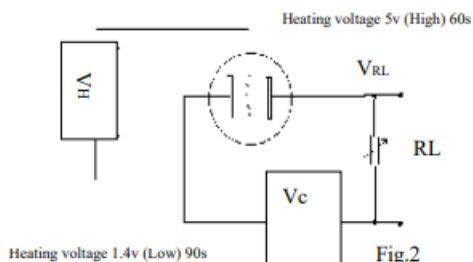


Figura 14. Esquema eléctrico de MQ-7

Como se muestra en la Figura 12 el circuito de medición estándar de los componentes sensibles del MQ-7 constan de 2 partes. Uno El circuito de calefacción tiene función de control de tiempo (el Trabajo de alto voltaje y bajo voltaje circularmente). El segundo es el circuito de salida de señal, Puede responder con precisión a los cambios de superficie. resistencia del sensor.

La Figura 15 muestra el típico características de sensibilidad del MQ-7 para varios gases.

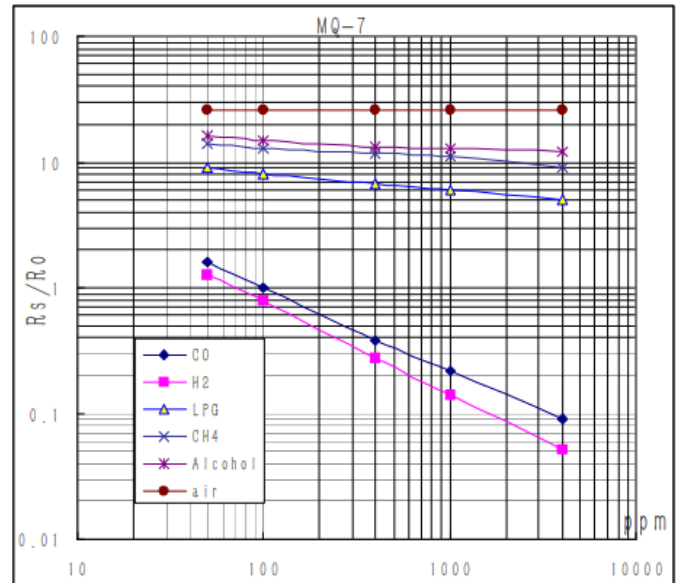


Figura 15. Características de Sensibilidad de MQ-7

Temp: 20°C,

Humedad: 65%,

Concentración de O₂: 21%

RL=10kΩ

Ro: resistencia del sensor a 100 ppm CO en el aire limpio.

Rs: resistencia del sensor en varios concentraciones de gases.

V. RESULTADOS.

A. Prueba térmica.

Para la realización de esta prueba se utilizó la Cámara TENNEY Temperature CHAMBER para contener la temperatura y DAQ973A para la Recopilación de datos. En la Figura 16 puede observarse la temperatura capturada por los termocoples e instrumentado por la DAQ, estos termocoples son colocados a los extremos de la Cámara para obtener los resultados de la temperatura de la Cámara.

RESULTADOS DE PRUEBA TÉRMICA (MEDIDO CON DAQ)

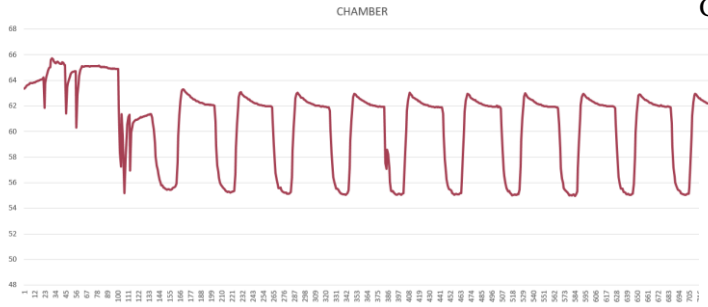


Figura 16. Grafica con datos capturados de la cámara de temperatura

La Figura 17 muestra los resultados capturados por la DAQ dentro del Cansat, al igual que la captura de la lectura externa, se usan termocopios insertados internamente del Cansat.

RESULTADOS DE PRUEBA TÉRMICA (MEDIDO CON DAQ)

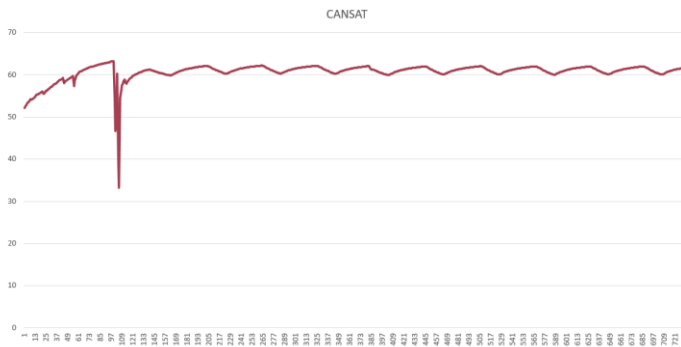


Figura. 17. Grafica de temperatura capturada por termocopios al Cansat

En la Figura 18. Se muestra la lectura de los datos recabados por módulo MPU-6050 capturando la temperatura interna del equipo

TEMPERATURA INTERNA DEL CANSAT (MEDIDO CON CANSAT)

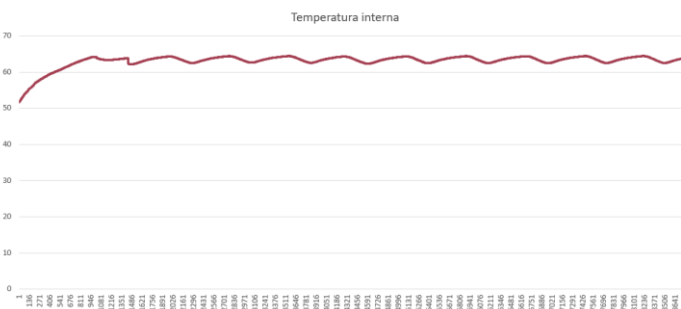


Figura 18. Grafica de datos repoilados por Cansat de temperatura interna.

En la Figura 19. Se observa los datos recopilados por el Cansat con el Sensor SHT-11

TEMPERATURA EXTERNA DEL CANSAT (MEDIDO CON CANSAT)

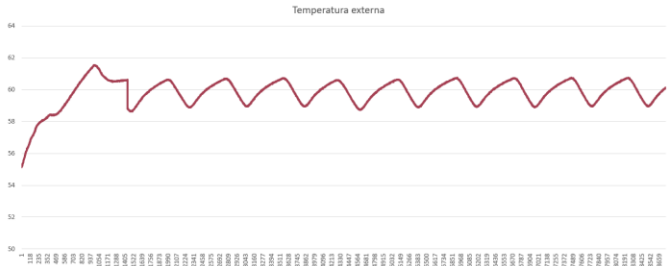


Figura 19. Grafica de Temperatura externa capturada por el Cansat.

En la Figura 20, puede apreciarse la lectura de la humedad relativa en porcentaje.

HUMEDAD RELATIVA DURANTE LA PRUEBA



Figura 20. Captura de jumedad relativa del Cansat

En la Figura 21 Puede apreciarse el proceso para las pruebas, donde se coloca el Cansat dentro de la Camara termica y se puede obvservar los termocopios colocados en la camara y tambien dentro del cansat para validar la temperatura interna, junto con la DAQ para adquisicion de datos.

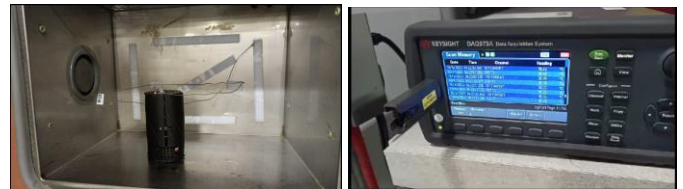


Figura 21. Proceso para realizacion de Prueba de temperatura y humedad.

B. Prueba de caída.

Para esta presente prueba se lanzó el Cansat a una altura aproximadamente de 10 metros, durante todo el tiempo se estuvo capturando información desde la base terrena



Figura 22. Lanzamiento de Cansat

C. Prueba de vibración.

Para la realización de esta prueba se utilizó una lijadora el cual genera estas turbulencias y generar las vibraciones necesarias, en la imagen se puede observar los datos capturados.



Figura 23. Prueba de vibración de Cansat. (Lijadora Truper LIOR-1/4A2)



Figura 24. Datos capturados por MPU

D. Prueba de Vacío

Para esta prueba se utilizó una hielera de hielo seco con un hueco en la parte posterior (en la tapa) donde se introduce la manguera de la aspiradora para hacer el vacío.

Una vez posicionado se verifico que este no perdiera comunicación en ningún momento

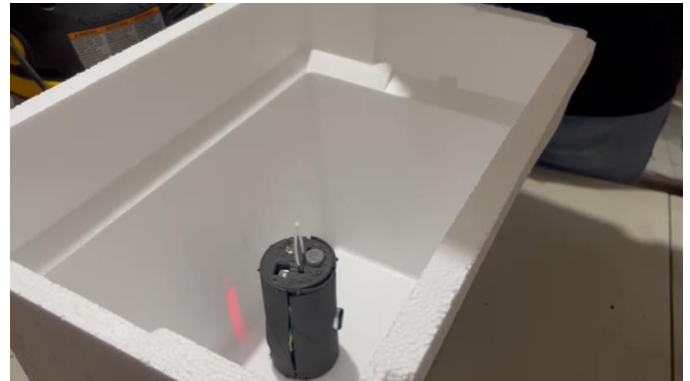


Figura 25. Prueba de vacío de Cansat.

VI. CONCLUSIONES

En conclusión, este proyecto centrado en la monitorización y concienciación sobre la contaminación por monóxido de carbono (CO) y otros contaminantes ambientales ha sido una valiosa experiencia de aprendizaje y exploración en múltiples dimensiones.

En primer lugar, hemos aprendido sobre la importancia de comprender y abordar los problemas ambientales que afectan a la salud humana y al medio ambiente. El CO, a menudo llamado el "asesino silente", representa un riesgo significativo para la salud pública y, a través de la recopilación de datos y la concienciación en las comunidades urbanas, hemos trabajado para aumentar la comprensión de este problema y sus efectos perjudiciales.

Además, hemos explorado una amplia variedad de tecnologías y sensores, desde el MPU-6050 hasta el sensor de oxígeno SHT30 y el módulo GPS NEO-6M, lo que nos ha permitido adquirir habilidades en la integración de hardware y software en un proyecto práctico. La utilización de la teledetección a través de satélites como Landsat y Sentinel también nos ha brindado la oportunidad de explorar cómo la tecnología espacial puede contribuir a la monitorización y comprensión de los problemas ambientales a nivel global.

VII. OPORTUNIDAD DE MEJORA.

Adicionalmente de los que está compuesto el Cansat, se puede implementar inteligencia artificial para el análisis de datos y obtener búsqueda más precisa y optimizada.

Con los nuevos desarrollos tecnológicos es posible potenciar al procesamiento con arduino portenta H7 con un procesador S TM32H747XI dual Cortex®-M7+M4 32bit bajo poder ARM MCU, a su vez minimizando espacio y peso.

Llevar a cabo el proceso de calibración de cada uno de los sensores para obtener una lectura más confiable para lograr la misión y objetivos esperados.

VIII. AGRADECIMIENTOS.

Queremos expresar nuestro profundo agradecimiento al maestro Ignacio Vázquez y a nuestra escuela por brindarnos la invaluable oportunidad de desarrollar este proyecto, que no solo nos ha permitido aprender y crecer, sino también contribuir a la concienciación sobre la contaminación ambiental y sus impactos en la sociedad. Gracias por fomentar la innovación y la acción en pro del bienestar de nuestra comunidad y del planeta.

IX. REFERENCES

- [1] P.B. Morera, C.A. Carolina. Intoxicacion por monoxide de carbon. 2017. San Joaquin, Costa Rica. 201
- [2] J.A. Rosales, V.M. Torres, G.O. Fernandez, V.H. Borja. 2000. Los efectos agudos de la contaminacion del aire en la salud de la poblacion: evidencias de estudios epidemiologicos. Instituto Mexicano del Seguro Social. Mexico, D.F.
- [3] E. Aranguez, J.M. Ordoñez. 1999. Contaminantes atmosfericas y su vigilancia. Madrid, España. Vol 73, No 2.
- [4] A. Voiland. 2021.Disminucion global del monoxide de carbon. Observatorio de la Nasa.
- [5] F.S. Roemro. 2006. La Teledeteccion satelital y los sistemas de proteccion ambiental. Madrid, España. Revista AquaTIC, n°24.
- [6] N. Picone. 2017. Comparacion de imagenes satelitaes Sentinel 2 y Landsat 8 en el estudio de areas urbanas. IGEHCS.
- [7] C.A. Vera Romero. 2015. Parametros de configuracion de modulos XBEE-PRO S2B ZB para medicion de variables ambientales. Bogota, Colombia. Tecnura vol 19 no 45.