



CLAVE DEL PROYECTO

CIN2018A20017

UNIVERSIDAD LA SALLE, A.C.
Unidad Santa Teresa, CDMX
Preparatoria

Tecnología CANSAT para el combate al cambio climático

Autor: Núñez Arzola Axel

Asesor: Núñez San Miguel Itzcóatl Francisco

Área: Ciencias Fisicomatemáticas y de las Ingenierías

Disciplina: Mecatrónica y Robótica

Tipo de investigación: Desarrollo Tecnológico

Ciudad de México, 11 de abril de 2018

Índice

1. Resumen ejecutivo	2
2. Introducción	4
3. Fundamentación teórica	5
4. Metodología	7
5. Resultados parciales	9
6. Conclusiones	10
7. Bibliografía	11

Combate al cambio climático con tecnología CANSAT.

1. Resumen ejecutivo.

Autor: Núñez Arzola Axel

Asesor: Núñez San Miguel Itzcóatl Francisco

Abstract

La producción de gases de efecto invernadero por causas humanas ha agravado el cambio climático mundial. El presente proyecto muestra un CANSAT de bajo costo que puede medir los principales gases de efecto invernadero que la ONU recomienda controlar, así como otros factores que pudieran incidir en su generación, tal como la temperatura, presión atmosférica, radiación ultra violeta y partículas suspendidas en el aire. Una tablilla electrónica basada en las plataformas Arduino y Raspberry servirá para que jóvenes con educación secundaria en adelante tengan un acercamiento a temas científicos, tecnológicos, de ingeniería y matemáticos, así como a conocimientos ambientales en una forma práctica e interesante. El empleo de IoT así como la aplicación de Inteligencia Artificial ayudará a la toma de decisiones para el combate a la producción de gases de efecto invernadero y lograr frenar su incremento. Production of greenhouse gases by humans has aggravated the planet's climate change. The proposal of the present project shows a low cost CANSAT that measures the main greenhouse gases that UN recommends to control, as well as other factors that could influence in generation of them, such as temperature, atmospheric pressure, radiation ultra violet and particles suspended in air. An electronic device based on Arduino and Raspberry Pi will help young people with secondary education onwards to have an approach to scientific, technological, engineering and mathematical subjects, as well as knowledge environmental issues in a practical and interesting way. The use of IoT as well as the application of Artificial Intelligence will help make decisions to fight the production of greenhouse gases and to stop their increase.

Planteamiento del problema

La producción de gases invernadero por causas humanas ha agravado el cambio climático en el planeta. Los fenómenos meteorológicos son más intensos y está afectando a todos los seres vivos. Las herramientas para medir a estos gases y otros factores que pudieran incidir en su producción son muy costosas y sofisticadas y las personas interesadas en estas mediciones no tienen acceso a estos equipos. Es muy necesario crear desarrollos tecnológicos de bajo costo y de fácil manejo para poder empoderar a jóvenes y adultos interesados en conocer cuáles son las condiciones de contaminación atmosférica, y especialmente los niveles de gases de efecto invernadero para poder tomar decisiones con suficientes bases.

Objetivos

-Desarrollar herramientas tecnológicas de bajo costo basadas principalmente en tecnologías “open source”, como Arduino, Raspberry Pi entre otras, integrando sensores compatibles para hacer mediciones de gases de efecto invernadero señaladas como los principales factores de agravamiento del cambio climático por la ONU, como el CO₂, Metano, Ozono, Partículas Suspendidas en el Aire, entre otros así como integrar en estas mismas herramientas otros sensores que midan factores que pudieran incidir en la generación de estos gases, como la temperatura y humedad, radiación ultra violeta.

-Empleo de internet para dar a conocer la información obtenida a los usuarios, a través de una App para teléfonos inteligentes, tabletas o computadoras. Una red de monitoreo más precisa y detallada, alimentada por un mayor número de participantes puede ser de mayor utilidad, incluso para las autoridades encargadas de los temas ambientales y de contaminación.

-Lograr interesar a un mayor número de jóvenes en temáticas de ciencias, tecnologías, ingeniería y matemáticas, así como de temas ambientales y cuidado de la ecología, biología y química en forma interesante y divertida, aprovechando las características naturales de las nuevas generaciones.

Resultados.

Se logró desarrollar una herramienta funcional para la medición de gases de efecto invernadero atmosféricos, tomando como base un CANSAT o micro satélite de lata. Se diseñó una tablilla electrónica utilizando las plataformas Arduino y Raspberry Pi, a la que se le instaló diversos sensores para el monitoreo atmosférico (humedad, presión atmosférica, temperatura) y gases contaminantes de efecto invernadero (CO₂, O₃, CH₄ entre otros), así como otros sensores que pudieran tener un efecto determinante en la generación de éstos, como radiación ultra violeta, partículas suspendidas en el aire, entre otros. Se logró la comunicación entre la tablilla electrónica y una computadora por medio de una antena de radio frecuencia, y a través de un puerto USB; y la misma tablilla y un punto de acceso a internet a través de wifi. Se logró subir la información a un servidor gratuito en la web, que desplegó gráficas de las mediciones en tiempo real. Se pudo acceder a esta información de manera fácil y consultar estas lecturas.

Conclusiones y recomendaciones.

Sí es posible desarrollar en México herramientas tecnológicas de bajo costo y de fácil operación para obtener mediciones de gases de efecto invernadero que la ONU recomienda medir, controlar y disminuir, así como determinar algunos otros factores que pudieran incidir en la generación de éstos, como la radiación ultra violeta, la temperatura y humedad ambiental. Estos últimos factores podrían ser investigados por científicos especializados en temas de química atmosférica, biología y ecosistemas, abriendo la puerta a investigaciones más profundas y precisas en estas materias. Es recomendable que cada escuela secundaria cuente con un laboratorio de contaminación atmosférica multidisciplinario para tratar temas como STEM (por sus siglas en inglés, ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas), química, física, biología, ecología y computación. Un problema que no es medible científicamente, no es solucionable.

Palabras clave.

Contaminación, atmósfera, metano, dióxido de carbono, gases de efecto invernadero, ozono, Arduino, Raspberry Pi, IoT, ONU, dióxido de nitrógeno, CANSAT, ecología, STEM, cambio climático, internet de las cosas, google maps,

2. Introducción.

Problemática.

Una de las principales causas del cambio climático actual es la producción de gases de efecto invernadero, por fuentes humanas y no humanas, y que no hemos podido controlar. Cada año se incrementa la temperatura del planeta, rompiendo el delicado equilibrio de la naturaleza. Cada vez son más fuertes los inviernos, los huracanes son más destructivos, las sequías son más intensas y prolongadas, y las inundaciones estarán provocando más desplazamientos humanos. Las herramientas actuales para poder medir, controlar y dar seguimiento a estos niveles de contaminación atmosférica por gases invernadero son muy costosas y sofisticadas. Los ciudadanos comunes y corrientes no tenemos acceso a estas tecnologías y tenemos que conformarnos con la información que nos ofrecen las autoridades, la cual es incompleta. Actualmente no podemos obtener información sobre estos niveles de concentraciones de gases de efecto invernadero y otros factores que pueden favorecer la producción de estos gases, como la temperatura y humedad del medio ambiente, la radiación ultra violeta, presión atmosférica.

Objetivos de investigación.

Objetivo general:

- Desarrollar dispositivos de bajo costo con tecnologías open source y fáciles de operar por personas no especialistas en la materia, para poder hacer mediciones de los gases de efecto invernadero que la ONU recomienda disminuir, así como poder llevar un control de otros factores que puedan contribuir al cambio climático con el mismo dispositivo.

Objetivos específicos:

- Desarrollar un dispositivo electrónico de bajo costo en plataforma Arduino o Raspberry Pi para medir concentraciones de gases de tipo invernadero como CO, CO2, Metano, Etanol, O3 entre otros.

- Este proyecto se llevará a cabo en una forma multianual. Cada etapa va a ser por 12 meses ya que por su complejidad se va a dividir en 2 fases: La primera fase es hacer el CANSAT con los sensores básicos (temperatura, presión y altura), hacer algunas mediciones al aire libre y guardar esa información en la computadora y que pueda ser leída.

- La segunda fase va a consistir en hacer una nueva placa electrónica con los sensores de ozono, de dióxido de azufre, de dióxido de nitrógeno y de monóxido de carbono para que pueda obtener mediciones similares al Índice Metropolitano de Calidad del Aire (IMECA).

- La tercera fase va a consistir en desarrollar una aplicación para Android para que con un smartphone o tablet se cargue la información de los diversos sensores y se pueda checar las mediciones que realizó el CanSat en cualquier momento del día.

- Que niños y adolescentes aprendan de una manera divertida con S.T.E.A.M (Ciencia, tecnologías ingeniería y matemáticas) y conceptos de biología, química atmosférica y ecología.

3. Fundamentación teórica

Hipótesis:

Es posible desarrollar herramientas de bajo costo y de fácil operación utilizando un CANSAT y la tecnología disponible en el país para obtener mediciones de los principales gases invernadero que la ONU ha señalado como objetivo a controlar para poder disminuir en los siguientes años la temperatura del planeta, y podremos obtener mediciones de otros factores que pueden favorecer la generación de estos

gases, como la temperatura y humedad del medio ambiente, la presión atmosférica, la radiación ultra violeta y las partículas suspendidas en el aire.

Marco teórico

CANSAT

Es un aparato o sistema del tamaño de una lata de refresco cuya misión puede consistir en recoger datos, efectuar retornos controlados o cumplir algún perfil de misión, normalmente con un paracaídas para su recuperación.

Cambio climático

De acuerdo a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, es “un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante periodos de tiempo comparables”.

Gases de efecto invernadero

Estos gases atmosféricos absorben y emiten radiación infraroja, aumentando la temperatura del aire, y por consiguiente, la temperatura del planeta. En condiciones naturales, no permiten que la temperatura del planeta se disminuya, al no permitir su disipación al espacio; la Tierra estaría congelada si no existieran estos gases en la atmósfera.

Tipos de gases de efecto invernadero

Dióxido de Carbono CO₂

Metano CH₄

Dióxido de Nitrógeno NO₂

Gases industriales: Hexafluoruro de azufre, Hidrofluorocarbonos (HFC), Perfluorocarbonos.

Ozono O₃

Vapor de Agua H₂O

Arduino: Una placa de hardware libre que incorpora un microcontrolador reprogramable y una serie de pines (los cuales están unidos internamente a las

plantillas de E/S del microcontrolador) que permitan conectar allí de forma muy sencilla y cómoda diferentes sensores y actuadores.

Raspberry Pi

Es una computadora de placa simple de bajo costo (En México es cara, 70 usd la modelo 3 B).

Sensor Electroquímico de Dióxido de azufre (SO₂). Los sensores de Dioxido de azufre So₂ están encerrados en una carcasa a prueba de fugas con molduras de color rojo claro codificados.

Sensor de gas de Ozono MQ131: El material sensible del sensor de gas MQ131 es O₃ SnO₂, que con menor conductividad en el aire limpio. Cuando existe gas ozono, la conductividad del sensor es más alta, junto con la concentración de gas en aumento.

Sensor de monóxido de carbono - MQ-7. Este es un sensor fácil de usar para la detección de Monóxido de Carbono (CO), ideal para detectar concentraciones de CO en el aire. El MQ-7 puede detectar mediciones en el rango de 20 a 2000 ppm.

Sensor de temperatura DHT-11: Funciona con 3,3 y 5V de alimentación. Rango de temperatura: de 0° a 50° con +- 5% de precisión (pero solo mide por grados, no fracciones).

Sensor BMP-180: Sensor de presión atmosférica de alta precisión. Es capaz de leer presión barométrica (absoluta) y temperatura. Para conectarse necesita 3.3 volts, tierra, puertos scl y sda.

Sensor I²C: Fue diseñado por Philips y permite el intercambio de información entre dispositivos a una velocidad, de unos 100 Kbits/s. Estándar que facilita la comunicación entre microcontroladores, memorias y otros dispositivos con cierto nivel de “inteligencia”, sólo requiere de dos líneas de señal y un común.

4. Metodología

Se realizó una investigación documental y recolección de datos en revistas especializadas en electrónica y en portales de internet de CanSat con Arduino. Se consultó portales referentes a la estructura del CANSAT y sus partes que lo conforman (comunidades de construcción y programación de un CANSAT). Se consultó a expertos de la International Research School, en Yakutsk, República de

Sajá, Rusia (del 30 de noviembre de 2017 al 20 de enero de 2018) en biología (Doctor Ivan Smirnoff, por la Universidad Estatal de Moscú, Lomonosov), en botánica, ecosistemas y bosques (Doctor Ivan Savinof, por la Universidad Estatal de Moscú), química (Maestra Zeljka Majic, por la Universidad Estatal de Croacia), ecología y medio ambiente (Doctora Alexandra Popova, por la Universidad de Hokkaido, Japón), ingeniería electrónica y computación (Ingeniera en electrónica Danica Despotovic, por la Universidad de Croacia), Ingeniera en electrónica Malica Iraviela (Universidad de Samara, Rusia) y el Doctor en Física Alberto Guevara Jaramillo (Universidad Estatal de Moscú, Lomonosov), para determinar las necesidades que un investigador en ecología, cambio climático, biología, química atmosférica y electrónica, requieren de una herramienta tecnológica para sus diversas investigaciones, y así diseñar el equipor electrónico con las mejores características posibles, y con los materiales disponibles en México, dejando la puerta abierta para incorporar otras tecnologías y materiales que se pudieran obtener en el extranjero.

Construcción del CanSat .

Primera etapa. (Julio a noviembre de 2017)

Para armar el prototipo se empleó una tarjeta Arduino Pro mini que se alimenta con 3.3 volts, un sensor DHT-11 que se alimenta con 5 volts, una de sus patas se conecta a tierra, otra al pin y una se queda sin que se conecte algo, también un trancceptor que igual se alimenta con 5 volts. El sensor BMP 180 que se alimenta con 3.3 volts, el sensor tiene cuatro pines (3.3volts, ground,scl del sensor que se conecta al scl del Arduino y el pin sda del sensor al sda del Arduino. Un switch para prender y apagar el circuito. Se probó la comunicación entre el CanSat y la computadora.



Figura 1. Prototipo de CanSat listo para integrar una tarjeta Arduino Pro mini con su tarjeta de radiocomunicaciones.

Segunda etapa en proceso (Diciembre de 2017 a Febrero de 2018):

Diseño de nuevo circuito para aceptar sensores adicionales. Ya probado el prototipo CANSAT, se está diseñando un nuevo circuito que adicionará los sensores de contaminantes atmosféricos (CO, CO₂, O₃, SO₂) a los ya antes mencionados sensores de altura, presión, temperatura. Se realizan pruebas de comunicación con la computadora y la nueva tableta del CANSAT, así como el correcto funcionamiento de los sensores y sus lecturas. Se probaron sensores de radiación ultravioleta y de partículas suspendidas

Tercera etapa (Marzo de 2018):

Desarrollo de App para Android Se está desarrollando una App para funcionar con cualquier Smartphone o Tablet para dar tratamiento a los resultados del monitoreo que haga el CANSAT, con una interfaz gráfica atractiva y sencilla. Los resultados pasarán de la Raspberry Pi a un servidor en internet, y de ahí a nuestros celulares, tabletas o computadoras para su análisis y toma de decisiones. Los usuarios podrán consultar las lecturas en tiempo real de los diferentes niveles de gases de efecto invernadero en una ubicación que puede ser localizada en Google Maps para mayor facilidad.

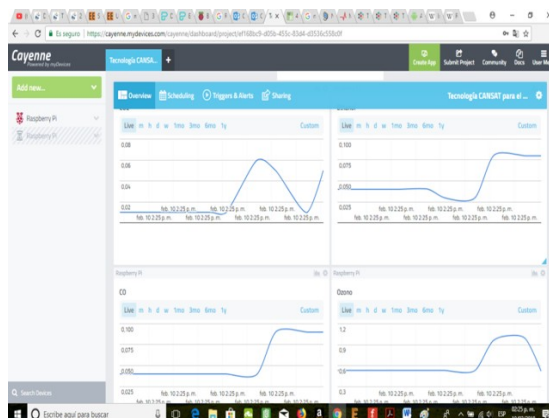


Figura 2. Desarrollo de App con Cayenne, un servidor gratuito para proyectos de Internet de las Cosas (Iot), empleado en este sistema de monitoreo de gases de efecto invernadero.

5. Resultados Parciales

En la Primera Etapa de este proyecto se desarrolló una herramienta funcional para el monitoreo atmosférico de baja altura (de 0 a 100 metros de altura sobre nivel de calle) con un CANSAT, integrando sensores de altitud, presión y temperatura. Existe hardware suficiente en el mercado nacional a precio accesible para armar el CANSAT con plataforma Arduino (Pro mini) y Raspberry Pi, junto con los sensores antes señalados. Se probó el circuito integrado y se pudo hacer lecturas de los sensores, estableciendo comunicación con la computadora a través de radio frecuencia. La programación resultó adecuada para la lectura de datos. En la Segunda y Tercera Etapa se inició el diseño de una nueva tablilla para integrar nuevos sensores de gases de efecto invernadero (Ozono, CO₂, Metano, entre otros) aunque representó dificultades algunos dispositivos como un GPS, para ubicar las coordenadas exactas de las mediciones. Los sensores de radiación ultra violeta, partículas suspendidas en el aire, tarjetas de radio frecuencia así como los puertos blu thooth, wifi y USB funcionaron correctamente para establecer la comunicación entre la tarjeta electrónica y una computadora, y entre la tarjeta electrónica y un punto de acceso a internet. Los foros especializados cuentan con programación ya hecha para hacer funcionar los sensores, pero falta probarlo. Se utilizó un servidor web gratuito para subir la información de las lecturas. Se pudo acceder a este servidor web y se pudo verificar el funcionamiento del sistema. Se graficó las lecturas de los diferentes sensores. Se probará alguna otra plataforma de desarrollo para Apple.

6. Conclusiones

Sí es posible hacer nuestras propias herramientas con contenido de alta tecnología a bajo costo para contribuir a la disminución de contaminantes atmosféricos, y en especial de los gases de efecto invernadero en una forma didáctica y muy atractiva para los niños y jóvenes. Con este tipo de proyectos se demuestra que la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas son muy divertidas, y se logra iniciar una conciencia ecológica entre los participantes de estos tipos de proyectos.

Hay alternativas tecnológicas para tratar de solucionar el problema de la contaminación atmosférica, y los componentes electrónicos son fáciles de adquirir en México. El proyecto es replicable para escuelas secundarias técnicas que lleven computación, electrónica o mecatrónica, y es muy fácil de operar. La infraestructura de la mayoría de las escuelas permiten la implementación de este proyecto, y con el uso de internet, estaremos en posibilidad de crear un mapa de contaminantes atmosféricos de efecto invernadero muy detallado, lo que permitirá la toma de decisiones más precisas. Se aprovecharía las tecnologías relacionadas con el internet de las cosas (IoT) en favor del medio ambiente, dando pasos muy importantes a la implementación de una ciudad inteligente.

Este tipo de herramientas permitirá a científicos realizar trabajos más profundos y precisos, y servirá para obtener mediciones diversas que les permitirá obtener nuevas conclusiones y conocimientos sobre el comportamiento de la química atmosférica.

Un problema que no es medible científicamente, no es solucionable.

7. Bibliografía:

AFP. (2017, diciembre 12). Paris. Macron responde a desplante de Trump. *Excelsior*. Sección Global, p. 4.

Baichtal, J., Beckler, M., Wolf, A.(2013) Make: Lego and Arduino Projects. Estados Unidos de América.

Banco Mundial. (2015). Aire limpio y pulmones sanos: Cómo combatir mejor la contaminación atmosférica. <http://www.bancomundial.org/es/news/feature/2015/02/19/clean-air-and-healthy-lungs-how-to-better-tackle-air-pollution>. Recuperado el 3 de enero de 2018.

Centro de Cultura Digital.(2016). Taller de CanSat: Satélites de lata. <http://www.centroculturadigital.mx/es/actividad/taller-de-cansat-satelites-de-lata.html> Recuperado 9 de diciembre de 2017.

Méndez, E. (2017, noviembre 22). Cambio climático. Inicia plan contra uso de carbón. *El Universal*. Primera, p. 32.

OMS. (2013) Guías de calidad del aire de la OMS relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre. http://www.who.int/publications/list/who_sde_phe_oeh_06_02/es/ Recuperado el 15 de enero de 2018.

OMS. (2013) Guías de calidad del aire de la OMS relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre. http://www.who.int/publications/list/who_sde_phe_oeh_06_02/es/ Recuperado el 15 de enero de 2018.

Reséndiz, F. (2017, diciembre 13). Necesario, actuar contra el cambio climático: EPN. *El Universal*. Nación, p. 4.

Reuters (2017, diciembre 13). Macrón lanza advertencia sobre cambio climático. *Excelsior*. Sección Mundo, p. 46.

Reuters (2018, enero 19). Alerta en varias regiones. Temporal paraliza Europa. *Excelsior*. Sección Mundo, p. 5.

Reuters (2018, enero 19). Confirman récord de calor. La ONU señaló que 2015, 2016 y 2017 fueron los años con las temperaturas más altas desde que se tiene registro. *Excelsior*, Sección Primera, p. 5.

Rivera, L. (2016, octubre 31). El dramático cambio climático. *Excelsior*, Sección Primera, p. 13.

Rivera, L. (2017, noviembre 20). A descarbonizar el mundo, ¡ya!. *Excelsior*, Sección Primera, p. 11.

Rivera, L. (2017, diciembre 13). One Planet Summit. No hay un plan B contra el calentamiento global. *Excelsior*, Sección Primera, p. 5.

Rivera, L. (2017, diciembre 13). La ausencia de EU es decepcionante. *Excelsior*, Sección Primera, p. 5.

Rivera, L. (2018, enero 15). Precampañas anticlimáticas. *Excelsior*, Sección Primera, p. 11.

Rivera, L. (2017, diciembre 12). One Planet Summit. Cambio climático concierne a todos. *Excelsior*, Sección Primera, p. 4.

Técnico en electrónica. No.19 (2014). Argentina.

Técnico en electrónica. No. 23 (2014). Argentina.

Técnico en electrónica. No. 24 (2014). Argentina.

Torrente, O. (2013) *Arduino. Curso práctico de formación*. México.

United Nations Climate Change. (2015). Paris Agreement. Recuperado el 7 de enero de 2018.