



Recepción: 21 / 10 / 2017

Aceptación: 20 / 11 / 2017

Publicación: 20 / 12 / 2017



Ciencias económicas y empresariales

Artículo de investigación

Diseño de un robot aéreo móvil con un sistema de sensores inalámbricos para el monitoreo de gases tóxicos en el exterior de la refinería estatal de Esmeraldas

Design of a mobile aerial robot with a wireless sensor system for the monitoring of toxic gases outside the state refinery of Esmeraldas

Projeto de um robô aéreo móvel com sistema de sensor sem fio para o monitoramento de gases tóxicos fora da refinaria estadual de Esmeraldas

Hugo A. Solórzano-Plaza ¹
ing.hugo.solorzano@hotmail.com

Carmen C. Torres-Estacio ²
carmitorres59@hotmail.com

Jeimy S. Hernández-Martínez ³
jeimyhernandez@hotmail.com

Correspondencia: ing.hugo.solorzano@hotmail.com

¹ Ingeniero en Electricidad, Docente de Universidad Técnica Luis Vargas Torres de Esmeraldas, Esmeraldas, Ecuador.

^{II} Magister en Gerencia de Proyectos Educativos y Sociales, Diplomado Superior en Diseño de Proyectos, Especialista en Liderazgo y Gerencia, Doctora en Ciencias de la Educación Mención Gerencia Educativa, Licenciada en Ciencias de la Educación Profesora de Enseñanza Secundaria en la Especialización de Filosofía y Ciencias Socio Económicas, Docente Universidad Técnica Luis Vargas Torres de Esmeraldas, Esmeraldas, Ecuador.

^{III} Ingeniera en Sistemas y Tecnologías de la Información, Docente de la Universidad Luis Vargas Torres de Esmeraldas, Esmeraldas, Ecuador.

Resumen

La refinería de petróleo de Esmeraldas usa la energía fósil aun estando ubicada en una zona urbana al sur de la ciudad. Esto ha traído consigo un conflicto ambiental energético traduciéndose en múltiples enfermedades a trabajadores, población, ecosistemas. En sus comienzos la refinería utilizó para el monitoreo una técnica manual, luego una semiautomática y en la actualidad es totalmente automática vía redes. No obstante, esto es solo en el interior de la planta, por lo que todavía se perciben los malos olores lejos de la planta. La Universidad San Francisco de Quito cada año realiza un congreso internacional sobre la calidad del aire y para el monitoreo de ciertos lugares de la ciudad utilizan un globo aerostático pero que es demasiado caro. Estas razones motivan a presentar este trabajo que tiene como objetivos proponer el uso de las redes de sensores inalámbricas, basadas con la tecnología GPRS/GMS_GPS, para medir, detectar, controlar, observar y monitorizar la calidad del aire, a través de un dron, cuya finalidad es obtener datos inmediatos y en tiempo real para luego tomar las respectivas medidas de seguridad en caso de encontrar algún grado de contaminación del aire al momento de su uso. Este vehículo estará equipado con 4 motores de corriente continua, un bloque para el control de motores, uno para el control de vuelo y otro de la estación base. Esta propuesta permite el control así con los límites estándar de normas nacionales e internacionales para minimizar de forma oportuna los problemas que se puedan presentar a la salud humana y al ecosistema con las emisiones gaseosas producidas por la refinería estatal de petróleo de la provincia de Esmeraldas.

Palabras clave: robot aéreo móvil; monitoreo; gases tóxicos.

Abstract

The oil refinery of Esmeraldas uses fossil energy even though it is located in an urban area south of the city. This has brought with it an environmental energy conflict translating into multiple diseases workers, population, ecosystems. In the beginning, the refinery used a manual technique for monitoring, then a semi-automatic one, and it is now fully automatic via networks. However, this is only inside the plant, so that bad odors are still visible far from the plant. Every year San Francisco University of Quito holds an international congress on air quality and for the monitoring of certain places in the city they use a hot air balloon but it is too expensive. These reasons motivate to present this work that aims to propose the use of wireless sensor networks,

based on GPRS / GMS_GPS technology, to measure, detect, control, observe and monitor air quality, through a drone, whose purpose is to obtain immediate data in real time and then take the respective security measures in case of finding any degree of air pollution at the time of use. This vehicle will be equipped with 4 DC motors, one block for motor control, one for flight control and one for the base station. This proposal allows the control with the standard limits of national and international standards to minimize in a timely manner the problems that may arise to human health and the ecosystem with the gaseous emissions produced by the state oil refinery of the province of Esmeraldas.

Keywords: mobile aerial robot; monitoring; toxic gases.

Resumo

A refinaria de petróleo de Esmeraldas usa energia fóssil mesmo que esteja localizada em uma área urbana ao sul da cidade. Isso trouxe consigo um conflito de energia ambiental que se traduz em múltiplas doenças, trabalhadores, população, ecossistemas. No início, a refinaria usou uma técnica manual para monitoramento, então uma semi-automática, e agora é totalmente automática através de redes. No entanto, isso é apenas dentro da planta, de modo que os odores ruins ainda são visíveis longe da planta. Todos os anos, a Universidade de Quito de San Francisco realiza um congresso internacional sobre qualidade do ar e para o monitoramento de certos lugares da cidade, eles usam um balão de ar quente, mas é muito caro. Estas razões motivam-se a apresentar este trabalho que visa propor o uso de redes de sensores sem fio, com base na tecnologia GPRS / GMS_GPS, para medir, detectar, controlar, observar e monitorar a qualidade do ar, através de um drone, cujo objetivo é obter dados imediatos em tempo real e, em seguida, tomar as respectivas medidas de segurança em caso de encontrar algum grau de poluição do ar no momento do uso. Este veículo será equipado com 4 motores de corrente contínua, um bloco para controle de motor, um para controle de voo e um para a estação base. Esta proposta permite o controle com os limites padrão de padrões nacionais e internacionais para minimizar em tempo hábil os problemas que podem surgir para a saúde humana e o ecossistema com as emissões gasosas produzidas pela refinaria estatal de petróleo da província de Esmeraldas.

Palavras chave: robô aéreo móvel; monitoramento; gases tóxicos.

Introducción

La contaminación atmosférica, por los procesos internos de las plantas industriales, ha alcanzado niveles peligrosos, tanto para la salud humana como para el medio ambiente.

El no tomar las medidas pertinentes para el uso de energía fósil en las operaciones que se realizan en la refinería de Esmeraldas trajo consigo un conflicto ambiental- energético. La flora, la fauna y los hombres han enfermado a consecuencia de mantener una planta más allá de su vida útil (25 años). (Comercio, 2016) (Diario La Hora, 2016)

La empresa de refinación ha sufrido un atraso tecnológico, deficiencias en los procesos, inoportunos de sistemas. A esto se agrava las fallas estructurales y de gestión y la falta de políticas ambientales de legislación y control.

La refinería estatal de Esmeraldas cuenta con los sistemas de emisiones de gases tóxicos, como: monóxido de carbono, dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno, dióxido de carbono, ozono y partículas de polvo que son utilizados para el mejoramiento de sus procesos industriales así como también para controlar y disminuir las emisiones de los contaminantes a la atmósfera, sin embargo estos datos no están a disposición de la población , por lo tanto para facilitar a la población que realice consultas sobre los niveles de contaminación de los gases que mayor efectos tienen sobre la salud humana se ofrece una herramienta que consiste en un sistema de monitoreo de gases contaminantes que podrán ser visualizados en la página web de la Universidad Luis Vargas Torres. (Cevallos, 2013)

Ante todo, lo expuesto, es necesario e importante realizar una innovación tecnológica que permita que se tomen las muestras al exterior de la planta industrial cuyo objetivo principal sea obtener resultados de manera inmediata, fiable y sobretodo cuidar la salud humana y el medio ambiente.

Las redes de sensores inalámbricas son sistemas de comunicaciones que en la actualidad se aplican en todos los entornos, capaces de mejorar la obtención de los resultados de manera inmediata. Esta nueva tendencia tecnológica en redes inalámbricas logra que muchas empresas la vean con la mejor opción a futuro.

El objetivo de este trabajo es hacer la propuesta del uso de las redes de sensores inalámbricas, basadas con la tecnología GPRS/GMS_GPS, para medir, detectar, controlar, observar y monitorizar la calidad del aire, a través de un dron, cuya finalidad es obtener datos inmediatos y en tiempo real para luego tomar las respectivas medidas de seguridad en caso de encontrar algún grado de contaminación del aire al momento de su uso.

Métodos

A lo largo de la investigación se desarrolla un proceso de elaboración metodológica que finalmente culmina en un proyecto cuyo tema principal es la implementación de una técnica de monitoreo para las emisiones gaseosas:

1. Técnica de identificación y medición de los impactos producidos por las emisiones gaseosas emitidas en la atmósfera. Se realizan encuestas a los sectores aledaños y se aplica el método de las matrices causa – efecto.
2. Modelo físico – matemático para el cálculo de la dispersión de las emisiones gaseosas. Para ello es necesario recopilar información del punto de la emisión (altura) y de los factores meteorológicos.
3. Selección de los parámetros a monitorear y principios de selección de los sitios de muestreo.
4. Métodos del muestreo: La resultante de las muestras tomadas en el sitio que determinan el tipo de concentración de las emisiones gaseosas. La caracterización se lo realizará con la implementación de un dron a control remoto y que en su interior contiene un sistema de comunicación 3G/GPRS +GPS. A esta tarjeta electrónica se les acoplará los sensores apropiados para la toma de muestras y equipos sofisticados para el procesamiento, medición, registro de datos y el envío de la información en tiempo real al centro de cómputo para la interpretación.

Materiales

Para la realización del proyecto se optó por la utilización de los siguientes materiales:

El bloque de control

ARDUINO MEGAE. -El sistema principal y cerebro del proyecto es el Arduino Mega 2560. Este es una placa electrónica basada en el microprocesador Atmega2560. Lleva 54 entradas/salidas digitales y 14 de estas pueden utilizarse para salidas PWM (Modulación por ancho de pulsos).

Además, lleva 16 entradas analógicas, UARTs (puertas seriales), un oscilador de 16MHz, una conexión USB, un conector de alimentación, un header ICSP (Programador Serie) y un pulsador para el reset. Se ha decidido por este micro controlador por su gran versatilidad y el gran número de entradas/salidas de las que dispone. Gracias a ellas, además de poder controlar toda la instrumentación que controla es posible en un futuro ampliar sus prestaciones.

3G/GPRS SHIELD PARA ARDUINO (3G + GPS) + AUDIO/VIDEO KIT

Este shield para Arduino, bastante completa para nuestros propósitos, permite la conectividad con WCDMA de alta velocidad y redes de telefonía móvil HSPA con el fin de hacer posible la conectividad a internet del DRONE. El módulo también cuenta con un GPS interno lo que permite la ubicación del dispositivo en el exterior. El Shield además cuenta con una entrada de video y una entrada y salida de audio.

MICROSD 2GB CARD

En la tarjeta MicroSd del DRONE contiene información relativa del software de funcionamiento del aparato y guarda todos los datos de la misión como puede ser fotos, videos, etc. Es una parte muy importante del drone ya que, si perdiera la conexión con el emisor, este no podría enviar los datos. Si esto sucediese todos los datos quedarían guardados en la tarjeta hasta que se restableciera la señal GPRS, y este por sí mismo enviaría la Información.

El bloque de vuelo

ANTENA GPS EXTERNA. -La antena GPS externa está especialmente diseñada para una perfecta recepción de la señal del GPS.

ACELEROMETRO ADXL335-3EJES. -El ADXL355 es un acelerómetro de tres ejes con muy bajo ruido y un consumo de corriente de solo 320uA. Puede medir el rango de +/-3g y dispone de una alimentación de 1.8 a 3.6VDC.

GIROSCOPIO CON TRIPLE EJE DIGITAL ITG-3200.-Se trata de un giroscopio de tres ejes. Cuenta con tres conversores analógico/digital de 16 bits (ADC) para la digitalización de las salidas del giroscopio, un ancho de banda del filtro de paso bajo interno seleccionable por el usuario. Las características adicionales incluyen un sensor de temperatura incorporado y un oscilador interno de precisión del 2%.

La comunicación con el ITG- 3200 se logra a través de un interfaz de dos hilos (I2C. El sensor también dispone de una salida de alarma, y una entrada de reloj opcional. Un puente en la parte superior del tablero le permite seleccionar fácilmente la dirección I2C, tirando de la clavija AD0 a cualquiera VCC o GND, la junta se envía con este puente atado a VCC.

MODULO COMPASS HMC-6352.-Se trata de una brújula digital. Tiene la capacidad de indicarnos hacia donde nos dirigimos o como estamos orientado en un momento dado.

MOTORES PARA LA PROPULSION 28-30S 800kv/300w BRUSHLER.- Está construido sin eje externo que le permite montar fácilmente este motor a su marco multi-rotor sin necesidad de ninguna modificación. Estos motores tienen un rendimiento sólido con devanados apretados, rodamientos de calidad, imanes debidamente homologados, estator equilibrada y anillos de flujo con un peso de 65 g, empuje de motor Empuje motor 1.27kg: 10x5E/18.5V/315W/17.3A Kv 800 rpm/v Corriente máxima 20 A Potencia máxima 300W

BATERIA ZIPPY FLIGHTMAX 3000 MAH 3S1P 20C.-Batería especialmente fabricada para proporcionarnos la potencia requerida a un peso muy reducido

CONTROLADOR DE VELOCIDAD BRUSHLER ESC2-4s 30amp.-Es un controlador de velocidad con una gran relación calidad precio. Diseñado para una instalación sencilla y una fácil configuración. Cuenta con una respuesta al acelerador lineal pero muy suave, sin sacrificar una respuesta rápida y nítida, a cualquier entrada del acelerador.

HELICES PROPULSORES 10x4.5E.-Gracias al material de nylon utilizados en la construcción de estos propulsores ofrecen un mayor rendimiento y eficiencia que las hace perfectas para su proyecto multi-rotor. Estos apoyos 10x4.5 pulgadas son increíblemente rígidos en comparación con otras hélices plásticas disponibles y están moldeados con precisión desde la fábrica para garantizar un equilibrio óptimo.

El Bloque de la Estación Base

PLACAS SOLARES 12V/18W.-Está fabricado con células solares de silicio mono-cristalino. En el ensamblaje de los paneles se utiliza una sólida carcasa de aluminio, vidrio de seguridad pretensado de bajo contenido de hierro, un nuevo material de relleno mejorado y un adhesivo técnico con protección contra rayos ultravioleta. Todo ello les proporciona una excelente protección contra la humedad, la corrosión y la climatología de cualquier estación del año.

Los módulos solares incorporan en su interior un diodo de bloqueo que evita la descarga de la batería durante los periodos de oscuridad o de baja iluminación. Se suministran con un juego de cables con pinzas de batería, para uso inmediato.

El primer componente del sistema es el micro controlador, en este caso el ATmega2560. Este microprocesador es el cerebro de la placa de código abierto de Arduino, encargado de procesar todos los datos provenientes del usuario y sensores, y de hacer volar al drone.

Otro componente muy importante en este proyecto es la Shield 3G/GPRS que se encarga básicamente de 3 cosas:

La primera es la de comunicarse con la placa Arduino ampliando las posibilidades de este. La shield 3G/GPRS convierte al arduino básicamente en un dispositivo con acceso a internet para que un usuario desde cualquier parte del mundo pueda acceder a él, dándole las ordenes de vuelo y recuperando la información del estado del posible incendio a través de la cámara de video que incorpora.

La segunda es la de posicionar globalmente al DROID por medio del GPS interno que dispone.

Y la tercera y última es la de hacer que el usuario pueda comunicarse con cualquier persona por medio de audio a través del dron.

Para controlar el vuelo del dron disponemos de la tarjeta Gyro ITG-3200 y el acelerómetro ADXL335. Estas se encargan de comunicar al Arduino la nivelación del DRONE en todo momento.

La tarjeta Compass HMC-6352 se encarga de decir como si fuese una brújula tradicional, hacia que punto geográfico está volando el dron.

Todos estos datos son procesados por el Arduino que a su vez manda al Control de Velocidad de cada motor la orden para hacerlos girar a más o menos revoluciones según le interese en un momento dado siguiendo el plan de vuelo establecido por el usuario.

Para el diseño del dron, se ha mirado al máximo el peso de cada componente para que los motores puedan proporcionar el empuje necesario para elevar y dirigir al dron.

Cada motor tiene una fuerza de empuje de 1,27 kg, es decir, muy superior al peso en conjunto del dron. (Camacho, s/f)

La otra parte del proyecto es la estación base. Cuando el dron llega a esta, la estación base se encarga de mantener siempre cargadas las baterías. Las baterías se cargan de forma automática mediante dos conectores (positivo y negativo) situado en 2 de sus patas de vuelo. Las patas actúan como si de unas bornas se tratara.

Estas bornas al aterrizar hacen contacto con dos chapas metálicas (positivo y negativo) situado en el suelo de la estación base, de tal manera que al entrar en contacto con las patas del dron, este comienza a cargarse.

Y, por último, y no menos importante es el software de manipulación por el usuario. Mediante este software, el usuario podrá manejar el dron a distancia desde internet.

Desarrollo

La contaminación es un problema del cual nadie quiere responsabilizarse y que hasta ahora no se percibe hasta cuando ya es demasiado tarde. Debemos como ciudadanos hacer ejercer nuestros derechos al gobierno nacional, gobiernos autónomos descentralizados para que, mediante la aplicación de reglamentos, leyes, realizando monitorización de emisiones gaseosas a las empresas de refinación de petróleos cumplan con las normas nacionales e internacionales logrando así mitigar la contaminación atmosférica protegiendo al medio ambiente y a la salud humana.

Todos los problemas que se generan por la contaminación atmosférica repercuten en la población, deberá ser de prioridad para las plantas industriales ejecutar proyectos de innovación tecnológica como ésta (técnica de monitoreo para emisiones gaseosas en las plantas industriales de la provincia de Esmeraldas) mediante un sistema de comunicaciones 3G/GPRS+GPS a través de la implementación de un dron a control remoto.

Existe desconocimiento por parte de los trabajadores de la empresa de refinación de petróleos, de posibles soluciones tecnológicas que complementen las labores realizadas dentro de la empresa.

La del cantón Esmeraldas no cuenta con los recursos necesarios para la implementación del diseño de la red, ni el personal técnico especializado, lo que conlleva a realizar futuras capacitaciones para el debido manejo y control de la red de sensores inalámbricas.

Como solución a los problemas de control de calidad del aire se sugiere la realización de un estudio de implementación de una red de sensores inalámbricas con tecnología GPRS/GSM_GPS con la intención de observar y monitorizar la calidad del aire

La obtención de los resultados sobre los parámetros de la calidad del aire está actualmente en malas condiciones, debido a que se conservan métodos manuales y semiautomáticos solo al interior de la planta. En caso que el estudio sea viable se deberá extender la vida útil de las redes de sensores inalámbricas se deberá optimizar el consumo de energía en todas las actividades que realizan los nodos sensores. Estos servicios que se ofrece a la empresa aumentarán la

productividad de la misma y permitirá el ahorro de dinero en compras de accesorios y servicios dedicados

Este tipo de servicio depende de las necesidades que pueda tener la empresa. La disponibilidad de aplicaciones que ofrece una red de sensores inalámbricos dependerá de la comunicación inalámbrica con la que se cuente. En el caso que la empresa de refinación de petróleos se propone la realización de un diseño que cumpla con las siguientes exigencias.

Un servidor principal o estación base cuya función es la de almacenar, procesará cada uno de los datos obtenidos por los nodos sensores, los cuales serán capaces de detectar las señales que ocurren en el entorno que se las aplica.

Gateway. - este dispositivo es el encargado de la conexión de cada elemento que está involucrado en la red de sensores inalámbricas y una red TCP/IP.

Estación base es la que recolecta la información en un computador o en un sistema integrado, cuya información es obtenida por el nodo sensor, permitiendo la comunicación con el usuario final.

Red inalámbrica es el componente principal dentro de una red de sensores inalámbricos.

Este sería un diseño a futuro para la empresa de refinación de petróleos, en caso de que la empresa requiera incorporar más dispositivos dentro de la red, además de que la red está basada en el estándar de comunicación GPRS que aparte de realizar tareas de control y de seguridad

Al implementarse este proyecto, su costo total es de S/ 10.000, oo que será financiado por la Universidad Técnica Luís Vargas Torres posteriormente.

Conclusiones

La propuesta del uso de las redes de sensores inalámbricas, basadas con la tecnología GPRS/GMS_GPS, mejorará la técnica de muestreo cien por ciento confiable y en tiempo real. El

estado garantizará a todos los ciudadanos el plan del buen vivir, un entorno libre de cualquier clase de contaminantes.

Referencias bibliográficas

Camacho, F. (s/f). <http://proyectos.uca.es/c3ir/pdf/drone>. Recuperado el 26 de noviembre de 2016.

Cevallos, O. (10 de septiembre de 2013). <https://repositorio.pucese.edu.ec/bitstream/123456789/37/1/Oscar%20Cevallos.pdf>. Recuperado el 23 de diciembre de 2016.