

APLICACIONES DE LOS DRONES PARA EL DIAGNÓSTICO DE INFRAESTRUCTURA ELÉCTRICA Y DE TELECOMUNICACIONES

DRONES APPLICATIONS FOR THE DIAGNOSIS OF ELECTRICAL AND TELECOMMUNICATIONS INFRASTRUCTURE

Morris William Díaz Saravia.

Ingeniero Electricista.

*Docente Investigador de la Escuela de Ingeniería Eléctrica y Electrónica
ITCA-FEPADE Sede Central, Santa Tecla.
wsaravia@itca.edu.sv*

Juan José Cáceres.

Ingeniero en Electrónica.

*Docente Investigador.
ITCA-FEPADE Sede Central, Santa Tecla.
jcaceres@itca.edu.sv*

Recibido: 09/07/2018 - Aceptado: 24/07/2018

Resumen

Algunas infraestructuras eléctricas y de telecomunicaciones, por su altitud, presentan un grado de dificultad muy alto para el diagnóstico y revisión que realizan los técnicos; entre éstas se encuentran las subestaciones eléctricas aéreas, líneas y torres de transmisión y torres de telefonía, que pueden alcanzar más de cien metros. En este proyecto de investigación realizado por la Escuela de Ingeniería Eléctrica y Electrónica de ITCA-FEPADE, se ha planteado que, utilizando un dron o Vehículo Aéreo no Tripulado VANT, equipado con una cámara termográfica, se pueden realizar muchas de las tareas de diagnóstico por medio de la captura de termogramas y su posterior análisis. Con esta información se pueden determinar los puntos de calentamiento de la infraestructura. Al utilizar este sistema, que integra varios componentes, se aumenta la productividad y se mejora la seguridad del proceso, obteniendo resultados similares a los que se obtienen cuando la tarea la realiza directamente un técnico. Este proyecto constó de dos partes: 1. Diseño, construcción e integración de los componentes del sistema. 2. Diseño del método para realizar el proceso de diagnóstico.

Palabras clave

Tecnologías de la información y comunicación, sistemas de información, vehículo aéreo no tripulado, termografía eléctrica, drones.

Abstract

Some electrical and telecommunications infrastructures, due to their altitude, present a very high degree of difficulty for the diagnosis and revision carried out by technicians; Among these are the overhead electrical substations, transmission lines, transmission towers and telephony towers, which can reach more than one hundred meters. In this research project carried out by Escuela de Ingeniería Eléctrica y Electrónica at ITCA-FEPADE, it has been suggested that, using a drone or UAV unmanned aerial vehicle, equipped with a thermal imaging camera, many of the diagnostic tasks can be performed by means of capturing thermograms for their subsequent analysis. With this information, it is possible to determine the heating points of the infrastructure. By using this system, which integrates several components, productivity is increased and process safety is improved, obtaining similar results to those obtained when the task is performed directly by a technician. This project consisted of two parts: 1. Design, construction and integration of system components. 2. Design of the method to carry out the diagnostic process.

Keyword

Information and communication technologies, information systems, unmanned aerial vehicle, electric thermography, drones

Introducción

En este artículo se describe el proceso de desarrollo de un sistema que permite capturar termogramas de

infraestructura eléctrica y de telecomunicaciones, tales como subestaciones eléctricas aéreas, torres

de telecomunicaciones, sistemas de antenas, y otros similares. Estos termogramas, tomados con un Vehículo Aéreo no Tripulado VANT (Unmanned Aerial Vehicle UAV), luego de su análisis, permiten tomar decisiones en cuanto al mantenimiento preventivo y correctivo de estas infraestructuras. El proceso de revisión de estos puntos de calentamiento lo hacen directamente técnicos especializados, quienes se suben a estas infraestructuras para hacer el mantenimiento, tareas que incluyen la captura de termogramas en los puntos de interconexión. Este proceso requiere un tiempo considerable, habilidades para subir a la estructura, arnés de seguridad y cinturón con herramientas.

El sistema desarrollado, consiste en un VANT de última generación, al cual se le ha adaptado una cámara

termográfica, el sistema realiza capturas de termogramas mediante una acción del operador del dron. La tarea se logra al utilizar una cámara termográfica que permite capturar termogramas desde puntos previamente identificados por el operador del dron. Para accionar el disparador de la cámara se ha utilizado un sistema Raspberry, el cual captura la imagen de la cámara y la envía por conexión inalámbrica a una tablet que controla el operador.

Con esta investigación se determinó que para procesos de diagnóstico y supervisión de infraestructuras eléctricas y de telecomunicaciones existe un aumento en la productividad y disminución de costos si se hace utilizando un Sistema Aéreo no Tripulado.

Metodología de la investigación

El enfoque metodológico utilizado para esta investigación es el cuantitativo [1]. Se determinaron indicadores necesarios para medir la tarea propuesta y hacer una comparación entre el método tradicional y el método utilizando un Sistema Aéreo no Tripulado UAS (Unmanned Aerial System) [2]. En la fase exploratoria, se determinó el proceso que sigue el técnico y cuáles son los criterios para evaluar la tarea, si está correctamente realizada y que parámetros que se deben cumplir al realizarla. En esta misma fase se evaluaron las alternativas de drones y tecnologías de cámaras termográficas para obtener el diseño del UAS mediante la integración de subsistemas, para realizar la tarea que hace el técnico con los mismos criterios de evaluación.

En el diseño de la investigación se establecieron las variables asociadas a la tarea propuesta: costos de operación, tiempo invertido en la tarea y precisión en la medición. Se elaboró un instrumento de medición que consistió en una encuesta para los técnicos que se desempeñan en el área y que evalúa las variables a medir. Para administrar la encuesta, se elaboró un breve tutorial dirigido a los técnicos que hacen las tareas de mantenimiento y diagnóstico de infraestructura eléctrica y de telecomunicaciones. En este tutorial se les dio una breve charla sobre la tecnología implementada y luego se les demostró la captura de termogramas con el UAS en la subestación eléctrica aérea y el sistema fotovoltaico de ITCA-FEPADE. En una visita al Parque Recreativo El Cafetalón, se midieron en una torre de telecomunicaciones los tiempos para la captura de termogramas utilizando el UAS diseñado.

Finalmente, se administró la encuesta para medir las variables y además, obtener las recomendaciones para mejorar el UAS. Al conjunto de datos obtenidos se aplicó

la técnica del Análisis Estadístico de Regresión Múltiple para comparar los indicadores, determinar la eficacia y precisión del proceso. De este análisis se derivaron las respectivas conclusiones del estudio y el reporte final de la investigación.

Desarrollo del Sistema Aéreo no Tripulado UAS

- 1) Investigación acerca de los requerimientos necesarios para un UAS que sea utilizado como herramienta para diagnosticar infraestructuras de telecomunicaciones y eléctricas [3].
- 2) Investigación de las diferentes tecnologías existentes para implementar un UAS, evaluando dos grandes ramas: open hardware y sistemas propietarios. Los sistemas propietarios tienden a ser sistemas cerrados con pocas posibilidades de intercambiar componentes, en cambio los sistemas abiertos u open hardware están diseñados para ser flexibles, trabajar con componentes de diferentes fabricantes y programarse según las necesidades de la aplicación deseada [4].
- 3) Se elaboró el primer diseño de un UAS con un sistema flexible utilizando el dron Arducopter; totalmente abierto basado en Arduino, con capacidad de ser utilizado incluso en otras aplicaciones [5] [6].
- 4) Ensamble de los componentes del dron con arquitectura abierta. Se ensambló el chasis, en el cual se montaron los motores. Se soldó la conexión de dichos motores con sendos controladores ESC, los cuales se conectaron a la placa de conexiones,

la cual está conectada a la placa principal APM 2.8. Se conectaron los demás sensores: IMU (Unidad de Medición Inercial) y GPS. Para volar, se acoplaron las hélices y el control Taranis. En este UAS se integraron, se configuraron y se programaron los componentes.

- 5) Instalación y configuración del software en el UAS de arquitectura abierta para su uso.
- 6) El segundo diseño se basó en un UAV propietario cuyos componentes están integrados, con la ventaja que tiene una unidad de control de vuelos Pixhawk, la cual puede ser reprogramada para funciones extras. En este diseño se incluyeron los siguientes componentes: dron marca 3DR modelo Solo, cámara termográfica FLIR C2 y un circuito de disparo de la cámara. La cámara incorpora su propia batería, así como el dron.
- 7) Con el UAS basado en Solo, se realizaron las pruebas de vuelo iniciales. En esta etapa se construyó un circuito transmisor y receptor, el cual se encarga del disparo de la cámara termográfica. No obstante, al capturar la foto termográfica, no había forma de enfocar con precisión el objeto, dado que el operador en tierra no veía lo que la cámara tenía en su objetivo [7].
- 8) Elaboración de subsistema de disparo de la cámara para enfocar el objetivo. Se acopló la cámara termográfica Flir C2 a un Raspberry (SBC) por cable USB; el SBC alimentado con un banco de baterías, captura la imagen que ve el sensor de la cámara, transmite la imagen en formato de video (streaming) a la tablet inalámbricamente, y ésta realiza la captura de la imagen o video guardándola en la memoria micro SD. Se programó y configuró el Raspberry para realizar todas estas tareas.
- 9) Realización de captura de termogramas. Se realizó la captura de termogramas en la instalación de paneles fotovoltaicos y sistema eólico sobre el edificio M. También se capturaron termogramas en la subestación eléctrica aérea junto al edificio K en ITCA-FEPADE. Se realizaron capturas de termogramas en diferentes torres de telecomunicaciones y eléctricas en los alrededores del ITCA. Se anotaron las diferentes variables deseadas.
- 10) Consulta a los expertos. Se impartió una charla denominada “Aplicaciones de los drones en ingeniería” a un grupo de técnicos expertos de Telesis que se encargan de dar mantenimiento a la infraestructura eléctrica y de telecomunicaciones en torres. A este grupo se le dio una demostración del funcionamiento del UAS con cámara termográfica.

Al finalizar los expertos dieron sus recomendaciones acerca del sistema y se midieron las variables de interés mediante una encuesta.

- 11) Para concluir el proyecto se procesó la información obtenida de los expertos, se generó el análisis y se elaboraron las conclusiones y recomendaciones.



Figura 1. Arducopter diseñado y ensamblado



Figura 2. Dron Solo de 3D Robotics, con sus accesorios instalados



Figura 3. Personal de TELESIS y docentes investigadores participantes en el taller sobre la utilización del Sistema Aéreo no Tripulado UAS

Conclusiones

- 1) El sistema UAS compuesto de una cámara termográfica instalada en un dron, de acuerdo con la opinión de los técnicos del grupo focal de TELESIS es una innovación útil que puede ahorrar tiempo, costos y evitar riesgos de personal; además que se convierte en una herramienta de apoyo al trabajo del técnico responsable del diagnóstico y mantenimiento de torres eléctricas y de telecomunicaciones.
- 2) Con la utilización del Sistema UAS, en términos generales, se incrementa la productividad de los técnicos relativa a realizar mayor cantidad de revisiones para el diagnóstico y mantenimiento de infraestructuras. No obstante, hay tareas que sólo un técnico puede realizar, relegando al dron como una herramienta auxiliar.
- 3) La utilización del Sistema UAS evita factores de riesgos para la seguridad del técnico, ya que no debe preocuparse de los aspectos inherentes al trabajar en altura.
- 4) El UAV ensamblado a partir del Arducopter proporciona la capacidad de implementar otras aplicaciones.
- 5) El sistema basado en un dron propietario es una herramienta estable e ideal para la captura de termogramas; proporciona varios modos de vuelo que facilitan al UAS la captura de termogramas.
- 6) Con este proyecto podrán beneficiarse y ser más productivas las empresas del sector eléctrico y de telecomunicaciones, quienes podrán contar con una herramienta innovadora que facilita las tareas de diagnóstico y mantenimiento de la infraestructura.
- 7) La utilización de este sistema UAS podría mejorar la competitividad de la industria del sector eléctrico y de telecomunicaciones.
- 8) Con el desarrollo experimental de este proyecto y la asesoría de la empresa privada, la Escuela de Ingeniería Eléctrica y Electrónica de ITCA- FEPADE se han fortalecido las competencias técnicas en el área de eléctrica, electrónica y telecomunicaciones.

Recomendaciones

- 1) Para desarrollar proyecto utilizando drones es necesario capacitarse previamente en el vuelo experimentado de drones a través de simuladores y práctica de campo.
- 2) Para las empresas que deseen innovar en las tareas de mantenimiento de infraestructura eléctrica y de telecomunicaciones, utilizando UAS con cámara termográfica, deben tomar en cuenta los siguientes aspectos:
 - a) Inversión inicial en equipo de alta tecnología; el volumen de servicios que proporcione debe justificar la tasa de retorno de inversión para asegurar las metas financieras de la empresa.
 - b) Invertir en capacitaciones para los técnicos en el área de vuelo experto de drones.
 - c) Mantenerse informada de aspectos regulatorios y reglamentarios acerca del uso de drones en el país [8].
 - d) Considerar un presupuesto para el mantenimiento preventivo y correctivo de los drones.
- 3) Ambos UAV configurados para este proyecto, pueden ser utilizados para futuros proyectos en ITCA-FEPADE, donde sea necesario el uso de esta tecnología UAS.

Referencias

- [1] R. Hernández. Sampieri, C. F. Collado, P. B. Lucio, Metodología de la investigación. México: Mc Graw Hill, 2003.
- [2] R. A. García Rodríguez, Herramienta para la simulación integradas de subsistemas en un equipo quadrotor, Sevilla: Universidad de Sevilla, 2011.
- [3] S. Carrascosa and E. Escorsa, Hovering over the Drone Patent Landscape: hovering over the Drone Patent Landscape. New Haven, USA: IFI CLAIMS, 2014. [Online]. Available: <https://www.ificlaims.com/news/view/blog-posts/hovering-over-the-drone.htm>. [Accesed: Jun 17, 2018]
- [4] Gonzalez-Regueral, Carlos Calvo, De los UAVS a los RPAS. Madrid, España: IDS, 2014.
- [5] S. for A. Markus Mueller, «eCalc - propCalc - the most reliable Propeller Calculator on the Web», jun-2018.
- [6] J. Blum, Arduino a fondo. Madrid: Anaya Multimedia, 2014.
- [7] L. A. Bendayán Acosta, Sistema de adquisición remota de imágenes con vehículos aéreos no tripulados. Iquitos, Perú: Instituto de Investigación de la Amazonía Peruana, 2015. [En línea]. Disponible: http://www.iiap.org.pe/Archivos/publicaciones/Publicacion_1533.pdf [Accedido: 21-jun-2018]
- [8] Autoridad de aviación civil El Salvador, Regulación de Los Vehículos Aéreos No Tripulados, 01 ed. San Salvador, El Salvador: AAC, 2018. [En línea]. Disponible en: <http://www.aac.gob.sv/?wpdmprom=rac-vant> [Accedido: 22-jun-2018]