

# Detección de FUGAS de hidrocarburos usando AVIONES no tripulados

Ernesto A. **Elvira Hernández**  
Agustín L. **Herrera-May**

El robo de combustibles es uno de los mayores problemas de Petróleos Mexicanos (PEMEX), provoca accidentes, daños al medio ambiente y pérdidas económicas. En 2014 la sustracción ilegal de hidrocarburos en ductos significó a PEMEX pérdidas económicas por alrededor de 1,150 millones de dólares. La mayoría de las fugas registradas se deben a sustracciones clandestinas que impactan negativamente a las instalaciones, la flora y fauna. Además, este tipo de accesos ilegales ha provocado algunos incendios con severos daños a comunidades cercanas a los ductos de hidrocarburos, especialmente en el estado de Puebla.

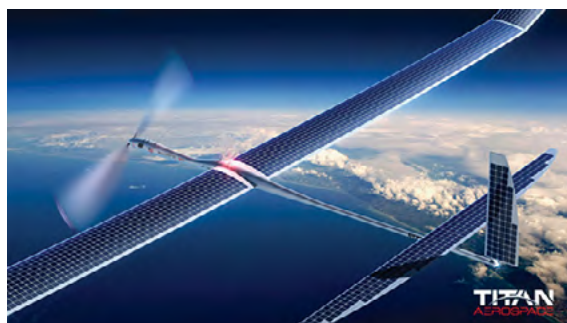
A continuación se describen sistemas de detección de fugas de hidrocarburos en tuberías usando aviones no tripulados (UAVs) provistos de cámaras infrarrojas. Las aeronaves se pueden controlar de manera remota desde una estación, en donde se realiza el procesamiento de las imágenes de los ductos y sus alrededores. Estas imágenes son captadas por cámaras infrarrojas de los UAVs que registran variaciones de radiaciones infrarrojas relacionadas con el hidrocarburo derramado. Así, un procesamiento adecuado de las imágenes captadas por las cámaras puede determinar las zonas donde se

está presentado la fuga de hidrocarburos, aplicando de forma inmediata los protocolos de seguridad y protección civil para reducir los riesgos del derrame de hidrocarburos.

#### **VEHÍCULOS AÉREOS NO TRIPULADOS (UAVs) CON CÁMARAS INFRARROJAS**

Un UAV (acrónimo por su nombre en inglés Unmanned Aerial Vehicle) es un vehículo sin tripulación que mantiene un nivel de vuelo controlado y sostenido mediante el uso de motores de corriente eléctrica. Los UAVs se han desarrollado desde la Segunda Guerra Mundial, cuando eran usados como objetivos para prácticas de la artillería antiaérea. En años recientes, la empresa Titan Aerospace de Google está desarrollando un UAV llamado Solara 50 (Figura 1), que operará a una altitud de 20 km durante un tiempo máximo de cinco años mediante celdas solares.<sup>1</sup> Este UAV usará bancos de baterías de iones de litio para almacenar la energía solar y operar durante los periodos de oscuridad. Solara 50 tendrá 15.5 m de largo con 50 m de envergadura de las alas y podrá alcanzar una velocidad de 104 km/h y transportar una carga de 32 kilogramos. Esta aeronave con sensores acoplados podrá emplearse en aplicaciones de monitoreo de fenómenos meteorológicos, funciones de seguridad y rescate, así como el suministro de internet en zonas remotas de nuestro planeta.

**Figura 1.** Diseño de UAV Solara 50 de la compañía Titan Aerospace de Google.<sup>1</sup>



**Figura 2.** Avión no tripulado con capacidad para el monitoreo de fugas de hidrocarburos en ductos.<sup>2</sup> Courtesy of AeroVironment, Inc.

Se debe seleccionar el UAV adecuado para colocar una cámara infrarroja antes de realizar la inspección en las instalaciones de hidrocarburos para la localización de fugas. Si las instalaciones son de pequeña extensión como refinerías o estaciones de bombeo, se recomiendan los UAVs multirrotor que pueden ser controlados en espacios reducidos. En cambio, si la instalación es de grandes dimensiones como las tuberías de distribución de hidrocarburos, se recomiendan los UAVs tipo planeador debido a su menor consumo de energía y mayor capacidad para recorrer grandes distancias.

#### **SISTEMA DE DETECCIÓN DE FUGAS DE HIDROCARBUROS**

El UAV con cámara infrarroja puede monitorear fugas de hidrocarburos en tuberías de distribución.<sup>2</sup> Este avión tiene un GPS (sistema de posicionamiento global) con una ruta de monitoreo definida y una velocidad adecuada para asegurar una alta calidad en las imágenes y videos captados por su cámara infrarroja (Figura 2). Esta información se transmite en tiempo real a un centro de operaciones, en donde un procesamiento eficaz de imágenes puede detectar cambios de temperatura relacionados con las fugas de hidrocarburos. Si en alguna zona se detecta anomalía, el UAV puede obtener más imágenes para que el centro de operaciones determine si se trata de una fuga por accidente, extracción ilegal o una falsa alarma. Si se confirma el caso de fuga o de extracción ilegal, el centro de operaciones comunica este hecho a las corporaciones de seguridad y de protección civil correspondientes.



**Figura 3.** Esquema de un sistema de detección de fugas de hidrocarburos en instalaciones petroleras. Courtesy of AeroVironment, Inc.

Actualmente, AeroVironment<sup>3</sup> ofrece UAVs para sistemas de monitoreo de instalaciones industriales, tuberías de transporte de combustibles y zonas con incendios forestales (Figura 3). Estos sistemas son más económicos, consumen menos energía y pueden ser enviados a lugares de difícil acceso en comparación con sistemas tradicionales de monitoreo (aviones ligeros o helicópteros).

#### DESAFÍOS

Uno de los principales retos de los UAVs es la autonomía de vuelo que afecta su distancia de recorrido antes de quedarse sin energía. Esta depende del tamaño y aerodinámica del vehículo, así como de las fuentes de energía de sus celdas solares o de almacenamiento de sus baterías.

El diseño aerodinámico de la aeronave es realizado por ingenieros e investigadores con ayuda de modelos computacionales especializados en dinámica de fluidos. En estos modelos se especifican las condiciones de presión y velocidad del fluido. Los resultados de estos análisis aerodinámicos ayudan a predecir su coeficiente y fuerza de arrastre. Estos parámetros deben ser minimizados para reducir el consumo de energía del UAV.

En un futuro, cuando se establezcan las legislaciones necesarias para su utilización, se incrementarán las aplicaciones de los UAVs. Otro aspecto a mejorar son las fuentes y almacenamiento de energía con mejores celdas solares y baterías ligeras de mayor duración. Otro reto es el empleo de materiales resistentes y de bajo peso para la estructura de los UAVs. Estos desafíos son una

oportunidad para el desarrollo de diferentes temas de investigación relacionados con UAVs en la detección de fugas de hidrocarburos en instalaciones petroleras.

#### R E F E R E N C I A S

- <sup>1</sup> <http://inhabitat.com/titan-aerospace-developing-worlds-first-solar-powered-atmospheric-satellite-drones/> (acceso el 9 agosto 2016).
- <sup>2</sup> <https://www.avinc.com/uas/view/puma> (acceso el 20 agosto 2016).
- <sup>3</sup> <https://www.avinc.com/publicsafety/applications/oilandgas>.

**Ernesto A. Elvira Hernández**  
**Facultad de Ingeniería**  
**Universidad Veracruzana**  
[aelvira@hotmail.com](mailto:aelvira@hotmail.com)

**Agustín L. Herrera-May**  
**Centro de Investigación en Micro y Nanotecnología**  
**Universidad Veracruzana**

© Daniel Machado. De la serie Ciudades Muertas, 2010-2014.





© **Daniel Machado.** De la serie Ciudades Muertas, 2010-2014.