

## Resumen

En los últimos años, el transporte aéreo ha sido el medio más utilizado para el traslado de personas como de recursos materiales, debido a su nivel de seguridad y reducción de tiempo al viajar largas distancias. Una de las aplicaciones que surgen de la aviación es el sector de la defensa por parte de la Fuerza Aérea con la finalidad de salvaguardar la soberanía de un país. Por tal motivo, los pilotos deben estar previamente entrenados para cualquier escenario, tanto militar como comercial. Los sistemas de análisis de misiones de vuelo necesarios para el entrenamiento de los pilotos son difíciles de adquirir debido a sus altos costos y muchas veces son diseños propietarios de las compañías que fabrican aeronaves. Sin embargo, los pilotos requieren herramientas que permitan conocer sus aciertos y errores en una fase posterior al vuelo realizado a través de la visualización del posicionamiento real de las aeronaves y de sus parámetros físicos como las velocidades y aceleraciones ejercidas durante toda la misión.

Para facilitar la adquisición y análisis de estos elementos se ha realizado la implementación de un sistema offline de bajo costo conformado por hardware y software. El prototipo consta de un microcontrolador que permite grabar en una tarjeta SD las posiciones del trayecto generado por la aeronave gracias al módulo GPS incorporado. Una vez que haya finalizado su recorrido, el piloto podrá usar el software desarrollado que procesa los datos almacenados mediante un programa escrito en MATLAB. Para obtener una mayor precisión en los resultados, se utilizó el filtro de Kalman Extendido (EKF) siendo un algoritmo de aprendizaje recursivo, que actualiza su estimación a medida que ingresan los datos obtenidos de la aeronave, con la finalidad de generar una ruta totalmente suavizada. Con la ayuda de Matlab-GUI y Google Maps se realizó la interfaz gráfica que permita visualizar la trayectoria generada por la aeronave y a la vez analizar los parámetros de vuelo como la aceleración y velocidad. Para la evaluación del proyecto se utilizó vehículos aéreos no-tripulados permitiendo el uso de drones.

*Palabras Clave:* GPS, filtro de Kalman extendido, misión de vuelo, MATLAB.

## Abstract

In recent years, air transport has been the most widely used means of transporting people as well as material resources, due to its level of safety and reduction of time when traveling long distances. One of the applications that arise from aviation is the defense sector by the Air Force to safeguard the sovereignty of a country. For this reason, pilots must be previously trained for any scenario, both military and commercial. The flight mission analysis systems necessary for pilot training are difficult to acquire due to their high cost and are often owned by companies that manufacture aircraft. However, pilots require tools that allow knowing their successes and errors in a phase after the flight carried out through the visualization of the real positioning of the aircraft and its physical parameters such as speeds and accelerations exerted throughout the mission.

To facilitate the acquisition and analysis of these elements, a low-cost offline system made up of hardware and software has been implemented. The prototype consists of a microcontroller that allows the positions of the path generated by the aircraft to be recorded on an SD card thanks to the built-in GPS module. Once his tour has finished, the pilot will be able to use the developed software that processes the stored data through a program written in MATLAB. To obtain greater precision in the results, the Extended Kalman Filter (EKF) was used, being a recursive learning algorithm, which updates its estimate as the data obtained from the aircraft enter, in order to generate a fully smoothed route.

With the help of Matlab-GUI and Google Maps, the graphical interface was made that allows visualizing the trajectory generated by the aircraft and at the same time analyzing the flight parameters such as acceleration and speed. For the evaluation of the project, unmanned aerial vehicles were used, allowing the use of drones.

*Keywords:* GPS, extended-Kalman-filter, flight missions, MATLAB.