

Verificación de Radioayudas mediante VANTs

Pianzola Tomás Manuel^a, Pitrelli Sergio^a, Mercedes Richard^a y Di Bernardi Alejandro^a

^a Universidad Nacional de La Plata, Facultad de Ingeniería,
Departamento de Ingeniería Aeroespacial,
UIDET "GTA-GIAI", Grupo Transporte Aéreo (GTA),
La Plata, Argentina
Email: pianzolatomas@gmail.com

RESUMEN

Este trabajo tiene como objetivo plantear una estructura básica de desarrollo de un sistema propio para calibrar radioayudas terrestres mediante la utilización de Vehículos Aéreos No Tripulados (VANTs).

El mismo se desarrolla con respaldo en la normativa emitida por la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) para las telecomunicaciones aeronáuticas (Anexo 10 [1]) y a su vez en los manuales emitidos por la misma organización sobre el ensayo de las radioayudas para la navegación (Doc. 8071 [2]). En un contexto de seguridad operacional incrementando la capacidad de los aeropuertos al permitir operaciones en condiciones adversas meteorológicas en entornos orográficos complejos.

Las radioayudas a la navegación en el campo aeronáutico han cobrado importancia desde su implementación atravesando diferentes estadios de innovación tecnológica siendo el caso de la aplicación de los VANTs una alternativa que merece ser explorada en mayor profundidad.

En la actualidad las calibraciones son llevadas a cabo por equipos terrestres o bien mediante ensayos en vuelo. Naturalmente, cualquiera de estas estrategias de calibración conllevarán diferentes tiempos, costos, impactos al sistema.

La utilización de los VANTs en esta actividad tendría significativas mejoras, tanto económicas como temporales y ambientales.

Palabras clave: VERIFICACIÓN, RADIOAYUDAS, VANTS.

INTRODUCCIÓN

Para que las aeronaves puedan llevar a cabo la ruta programada sin desviaciones y sin que se produzcan incidentes entre ellas, como pérdidas de separación o, en el peor de los casos, colisiones, existen numerosos sistemas que permiten el posicionamiento de una aeronave. Los principales son el VOR (VHF Omnidirectional Radio Range), el DME (Distance Measuring Equipment), el GNS (Global Navigator System), el TACAN (TACTical Air Navegation system), y el NDB (Non Directional Bacon). Como radioayudas para la aproximación y el aterrizaje, está el ILS (Instrument Landing System).

Todos estos equipos son sometidos a un riguroso plan de mantenimiento preventivo y además son verificados a intervalos regulares tanto en tierra como en vuelo para medir la exactitud de la señal y realizar las calibraciones requeridas. Las mediciones en tierra validan la calidad de la señal pero la verificación final se realiza en vuelo, ya que de esta forma se consideran la totalidad de factores que afectan la señal (orografía, obstáculos, interferencias, etc.)

Este trabajo se centrará principalmente en la calibración de la radioayuda para el aterrizaje ILS, debido a que de todas las que se mencionan posee una mayor complejidad y es de mayor sensibilidad durante su operación.

METODOLOGÍA

. El primer paso de este trabajo consiste en analizar y procesar la información en línea de diversos sitios web pertenecientes a empresas, organizaciones o autoridades que declaran realizar este servicio de forma comercial hoy en día. En particular se busca obtener mayor información acerca de:

- Normativa en la que basan sus operaciones.
- Equipos que utilizan (drones, antenas, controles, accesorios, etc.)

Posteriormente se hará una búsqueda de la situación actual en el país para poder mostrar de forma preliminar los beneficios que el desarrollo de un dispositivo propio aportan al sistema.

Con el propósito de poder caracterizar, se realizó primero una búsqueda en línea conteniendo principalmente palabras asociadas al procedimiento para poder identificar específicamente cuales utilizan vehículos aéreos no tripulados, debido a que la mayoría de países realizan sus verificaciones con ensayos con aeronaves convencionales tripuladas, los cuales requieren mayores costos y abarcan un mayor tiempo de utilización de pista.

CURSIR [3]

La primera empresa que se analiza se denomina CURSIR. Surge de la Corporación Estatal de Gestión del Tráfico Aéreo de la Federación Rusa en conjunto con la Agencia Federal del Transporte Aéreo. Ingresó al mercado en el año 2020 y ha sido utilizada en los aeropuertos de Rusia de Strezhevoy (IATA: SWT, ICAO: UNSS), Chelyabinsk (IATA: CEK, ICAO: USCC), Kurgán (IATA: KRO, ICAO: USUU) y Noyabrsk (IATA: NOJ, ICAO: USRO) como también en Armenia en el aeropuerto de Gyumri Shirak International (IATA: LWN, ICAO: UDSG). Las pruebas y el ajuste del ILS se volvieron mucho más fáciles gracias a la gran flexibilidad de uso del dron. El UAV podría realizar inspecciones en el campo lejano del ILS, así como perfiles de elevación del ILS y mini aproximaciones para analizar las señales del ILS (alineación del rumbo, ángulo de pendiente, alarmas, sensibilidad de desplazamiento, etc.) y complementar el vuelo terrestre y tripulado. Lo mismo se aplica a las mediciones de la trayectoria de planeo. En general, CURSIR ofrece un complemento a las mediciones terrestres existentes actualmente. La nueva tecnología brinda la oportunidad de ampliar potencialmente los intervalos entre inspecciones de vuelo, reduciendo la frecuencia de inspección de vuelos de aeronaves tripuladas y, por lo tanto, disminuyendo el costo operativo general para los proveedores de servicios de navegación aérea. El receptor ILS/VOR certificado cumple con los requisitos del Doc 8071 de la OACI. Captura y procesa señales para verificar lecturas esenciales de parámetros CVOR/DVOR. El equipo que utilizan es un dron en conjunto con una estación base, teniendo dos alternativas uno el Matrice 200 de la empresa DJI y por otro lado el Spreadwings S1000 Octacopter también de la empresa DJI.



Figura 1. DJI Matrice 200.



Figura 2. DJI Spreadwings S1000.



Figura 3. Equipo de apoyo.

CANARD [4]

CANARD Drones nació en 2015 para ofrecer una solución alternativa a las inspecciones mediante drones, herramientas de software personalizadas y nuevos procedimientos. Al volar más lejos de las antenas y a mayor altura, las inspecciones en tierra con la solución CANARD tienen una mayor correlación con las comprobaciones en vuelo que los métodos portátiles o montados en vehículos. Esto se traduce en controles en tierra más rápidos, más reveladores y repetibles, lo cual es especialmente relevante para los operadores aeroportuarios. Gracias a ello, y según la OACI, se puede ampliar el periodo entre controles de vuelo, lo que se traduce en un ahorro de costes. El rendimiento y la precisión requeridos por el Doc 8071 de la OACI se logran con un receptor ILS/VOR a bordo patentado. Con un peso inferior a 900 gr, proporciona todos los parámetros ILS necesarios (DDM, SDM, frecuencias, niveles de modulación, etc.) necesarios para realizar las diferentes comprobaciones y medidas. Comprobaciones y mediciones realizadas:

- Sensibilidad de desplazamiento LOC/GP
- Ancho LOC/GP
- Alarmas LOC/GP
- Autorización LOC/GP
- Estructura del LOC/GP
- Alineación del curso LOC
- Ángulo GP
- Identificación



Figura 4. DJI Matrice 300 RTK.



Figura 5. Interfaz gráfica de análisis de la señal.

ENAV [5]

Empresa que realiza el servicio en Italia con un proyecto denominado DVI2AM (Drone for VOR and ILS / Infrastructure Advanced Maintenance). Aunque la empresa no detalla su procedimiento, declaran estar certificados por OACI y tener equipos con calidad oficialmente probada. La compañía utiliza la flota de drones de la empresa Techno Sky y las regulaciones a las cuales se apegan son las regulaciones europeas EU 2019/947 y el Anexo 10 de la OACI en conjunto con el Doc. 8071 perteneciente a OACI.



Figura 5. Drone Techno Sky.

KAVICS [6]

Empresa que realiza el servicio de calibración para los aeropuertos de Korea, utilizando la normativa Doc. 8071 Volumen 1 de la OACI en conjunto con el apéndice Q de la resolución A36-13 también publicado por OACI. El equipo utilizado se corresponde con un drone y una antena RTK. El drone se trata de un hexacóptero, el DJI M600 Pro. El equipo de antena RTK se trata de la estación de GPS diferencial que acompaña a todos los drones de la empresa DJI.



Figura 6. DJI M600 Pro.



Figura 7. Antena DJI RTK de GPS diferencial.

COLIBREX [7]

La empresa COLIBREX trabaja dentro de Alemania siguiendo los estándares de OACI, utilizando el Anexo 10 y el Doc. 8071. Utiliza un vehículo construido por ellos mismos, el cual posee cuatro pares de hélices contra rotativas junto con una antena RTK que lleva la precisión a los 10 cm en todas las direcciones.



Figura 8. Drone Colibrex, hélices contra rotativas.

ANÁLISIS PRELIMINAR DE CALIBRACIONES EN ARGENTINA

A continuación, se realiza un análisis preliminar de la realización de las calibraciones en Argentina. El plan es observar los beneficios que traería el desarrollo de un dispositivo a nivel nacional que incluso posteriormente pueda ser trasladado a un nivel regional de operación.

Actualmente se realizan únicamente calibraciones en vuelo en el país realizados por aviones del tipo jets comerciales privados, los cuales poseen los equipos necesarios para captar las señales de las radioayudas y brindar en tiempo real los datos necesarios para su corrección. También, en los últimos años, se ha comenzado a utilizar como apoyo aviones turbohélices de dos motores, por parte de una

empresa privada, para apoyar la realización de la calibración sobre todo para los sistemas de VOR, debido a que con menor velocidad es de mayor precisión el arco en vuelo requerido para el procedimiento.

VENTAJAS DE LA UTILIZACIÓN DE SISTEMAS NO TRIPULADOS

La primera gran ventaja observable de estos sistemas de calibración en vuelo mediante vehículos aéreos no tripulados es la reducción en tiempo que demora el procedimiento. Como indica la OACI, en su publicación sobre el servicio KAVICs para la calibración de radioayudas (falta referencia), una calibración en vuelo normal realizada en un avión turbohélice de dos motores tarda alrededor de cuatro horas, mientras que la utilización de un dron para respaldar las verificaciones reduce el tiempo de vuelo a una hora y treinta minutos. Algunos sistemas incluso reemplazan completamente la utilización de la calibración con un avión, por lo tanto, se reduciría considerablemente el tiempo de calibración llevándolo a veinte minutos o máximo una hora.

La otra gran ventaja de implementar estos sistemas, es la reducción de las emisiones de CO₂ a la atmósfera. Actualmente el país está dividido en dos sectores, sector norte y sector sur, donde en tres meses se realizan las cuarenta y dos calibraciones de los aeropuertos del país. Comenzando en los meses de mayo y julio por el sector norte y finalizando en el período julio-agosto con el sector sur. Para todo esto, es necesario ir trasladando la aeronave de aeropuerto a aeropuerto para luego realizar la calibración en el lugar. Es decir, un gran consumo de combustible por tramo de vuelo sumado a las aproximadamente cuatro horas de calibración. El sector norte conlleva un total de dos mil quinientos ochenta y un millas náuticas mientras que el sector sur acumula un total de tres mil seiscientos cuarenta y cuatro millas náuticas.



Figura 9. Recorrido sector norte.

A todo este tiempo de vuelo, se debe considerar que el costo de operar un avión del tipo jet privado para realizar los procedimientos es de alrededor de cuatro mil dólares por hora de vuelo. Como así, los aviones bimotores turbohélices presentan un costo por hora de vuelo de doscientos dólares, aunque poseen menor velocidad para realizar el trabajo completo así como para moverse entre los distintos aeropuertos donde se desean realizar las calibraciones.

Un beneficio importante también a considerar es la reducción de ruido, ya que los drones figuran dentro de los puestos más bajos en emisión de ruido en decibeles.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este informe se observan las diferentes empresas que realizan el servicio de calibración de radioayudas para la navegación en el mundo, teniendo en cuenta las normativas que aplican y los equipos que utilizan. Se detalla en una tabla la comparación entre las aeronaves utilizadas en el país para este fin. Una vez agrupada la información se detallan los beneficios de implementar vehículos aéreos no tripulados para reemplazar parcial o totalmente las operaciones con aeronaves tripuladas.

Tabla 1. Comparación de las aeronaves utilizadas en Argentina.

Aeronave	Performance y características	
	Learjet 35A	Tecnam P2006T
Rango	1743 NM	600 NM
Velocidad	436 kts	135 kts
Precio	USD 992.000	USD 600.000
Costo hora de vuelo	USD 3.971	USD 200

En cuanto a las mejoras al utilizar los sistemas de vehículos aéreos no tripulados, se destaca el bajo mantenimiento de los equipos, teniendo en cuenta que uno de ellos se encuentra en un valor de USD6.000, donde la antena para mejorar la precisión tiene un valor similar. Los tiempos estándar de verificación se reducirían a 15 minutos para la verificación de luces PAPI y luces de pista y 30 minutos para la inspección con un sistema automatizado de dron. El sistema, una vez aprobado por la autoridad aeronáutica podría utilizarse en todos los aeropuertos del sistema nacional de aeropuertos, e incluso extenderse a los países vecinos en pos de fomentar el trabajo basado en la seguridad operacional en la región. Estos llevan a estandarizar los trabajos a nivel regional, reduciendo el impacto al medio ambiente y la ocupación de la pista en comparación al uso de aeronaves convencionales para la calibración.

CONCLUSIONES

Se concluye que la utilización de vehículos aéreos no tripulados como alternativa para la verificación de luces y radioayudas para la navegación es una actividad que ha surgido en los últimos años y que en otros países ha sido desarrollada hasta lograr una aplicación comercial en la actualidad. Sería de gran interés poder desarrollar un sistema propio para realizar este servicio, pudiendo satisfacer las necesidades actuales de los explotadores de los aeropuertos, como también observar la posibilidad de llevar el servicio a los países limítrofes, contemplando en todo momento que es un sistema que lleva a la reducción de costos, emisiones al medioambiente como también un gran incremento sobre la seguridad operacional debido a la precisión que se alcanza con las antenas de apoyo de GPS diferencial. La propuesta por parte del grupo de trabajo es poder desarrollar y fabricar todo el sistema de cámaras y sensores que sea necesario para todo tipo de calibración en operaciones aeroportuarias. La finalidad es poder brindar tanto el servicio de calibración a los operadores aeroportuarios, como poder brindar un producto a autoridades aeronáuticas que deseen realizar la calibración de sus sistemas acoplándose a los estándares utilizados. Los desafíos a futuro para el grupo son poder definir materiales y componentes aeronáuticos a ser validados por las autoridades en las distintas pruebas de certificación de productos aeronáuticos. Luego, definir un procedimiento de calibración acorde y realizar las distintas pruebas que sean necesarias para la demostración de la fiabilidad del método. Por último, continuar incorporando material normativo en cuanto a los vehículos aéreos no tripulados y

grupos de vehículos aéreos no tripulados, con el fin de incorporarlos al tráfico aéreo actual como siempre basándose en la operación en función de la seguridad operacional.

REFERENCIAS

1. Anexo 10 al Convenio sobre Aviación Civil Internacional - Telecomunicaciones aeronáuticas - Sexta edición - Organización de Aviación Civil Internacional.
2. Doc 8071 - Manual sobre ensayo de radioayudas para la navegación - Quinta edición - Organización de Aviación Civil Internacional.
3. Inspecciones ILS - Cursir - <https://cursir.com/es/servicios/inspecciones-ils/>
4. ILS - Canard Drones - <https://canarddrones.com/es/ils-es/>
5. Drone Operations- ENAV - <https://www.enav.it/en/what-we-do/we-create-solutions-for-international-markets/communication-navigation-and-surveillance/drone>
6. OACI - KAVICS - <https://www.icao.int/NACC/Documents/Meetings/2021/UASRPAS/P08-UASRPASW2-KAVICS.pdf>
7. ILS Inspections - COLIBREX - <https://www.colibrex.com/en/navaids-atc/ils-instrument-landing-system/>