

X-HALE

Diseñando las Plataformas de Vigilancia Atmosférica del Futuro

TENIENTE CORONEL CHRISTOPHER M. SHEARER, USAF*

IMAGÍNENSE LOS beneficios que los comandantes en el campo de batalla o los analistas de inteligencia podrían obtener de una plataforma de vigilancia a bordo que pudiese portar 500 libras de carga útil, operar por encima del alcance del fuego de armas de pequeño calibre, permanecer en la estación por semanas o inclusive años, que costase mucho menos que un satélite y que en un par de semanas se pudiese trasladar alrededor del mundo a una nueva región de interés. Desarrollar este concepto, conocido como una aeronave de gran altitud y autonomía (HALE, por sus siglas en inglés), es una meta de 10 a 15 años de los investigadores en el Instituto de Tecnología de la Fuerza Aérea (AFIT, por sus siglas en inglés). Para poder alcanzar esta meta, esos investigadores están siguiendo un sendero evolutivo similar al que los hermanos Wright utilizaron hace más de un siglo, recopilando nuevos datos de prueba y creando formulaciones teóricas para esta aeronave. El descubrimiento de los hermanos que los datos aeronáuticos existentes del día estaban incorrectos resultaron ser la clave de su éxito. De hecho, Wilbur Wright inclusive escribió que “habiendo comenzado con fe absoluta en los datos científicos existentes, fuimos conducidos a dudar de una cosa detrás de la otra, hasta que finalmente, después de dos años de experimentos, lo hicimos todo a un lado y decidimos depender completamente de nuestras propias investigaciones”¹

El 26 de junio de 2003, la comunidad aérea y espacial experimentó un aviso dramático en cuanto a la importancia de crear datos aerodinámicos precisos y *software* de computadora. En esa fecha, la aeronave Helios de la Administración Nacional de la Aeronáutica y del Espacio (NASA, por sus siglas en inglés), un diseño HALE excepcionalmente flexible cuya intención es navegar a una altitud de hasta 100.000 pies, se tornó inestable durante una prueba de vuelo y se estrelló a causa de una deformación excesiva en el ala, seguida por un vuelo descontrolado y el fracaso catastrófico de las superficies en la parte superior del ala. Los investigadores del accidente concluyeron que el origen del accidente fue una “falta de métodos de análisis aerodinámicos que condujeron a una evaluación de riesgo errónea de los efectos de los cambios en la configuración que culminó en la decisión incorrecta de volar una aeronave”.² Aunque los aviones de combate modernos de la quinta generación están diseñados con herramientas aeronáuticas modernas, estas últimas fracasan en diseñar una aeronave HALE sumamente flexible que pueda volar a menos de 80 millas por hora. Además herramientas más actualizadas no predicen ni la estabilidad ni el control de esas aeronaves.

El accidente del Helios destacó las limitaciones de nuestro entendimiento y de las herramientas analíticas (*software* de computadoras) necesarias para diseñar aeronaves HALE tales como el Helios, que tienen el potencial de ofrecer inmunidad de la mayoría de las amenazas en tierra a la vez que ofrece vigilancia a un costo bajo. Después del accidente del Helios, la recomendación principal de la NASA fue el desarrollo de “métodos de análisis en el dominio del tiempo, más avanzados, multidisciplinarios (estructuras, aeroelásticos, aerodinámicos, atmosféricos, materiales, propulsión, controles, etc.) apropiados para vehículos transformados, sumamente flexibles” (énfasis en el original).³

A pesar de la falta de conocimiento básico de la aerodinámica y las herramientas analíticas (particularmente *software* de computadoras) necesarias para entender el comportamiento aerodinámico de estos vehículos, los diseñadores de aeronaves aún están luchando por diseñar una

*El autor es profesor auxiliar en el Departamento de Aeronáutica y Astronáutica, Instituto de Tecnología de la Fuerza Aérea, Base Aérea Wright-Patterson, Ohio.

aeronave que incorpore la tecnología de sensor más moderna. Sin embargo, la mayoría de esos diseños siguen experimentando restricciones críticas en los campos de duración de la misión, el abastecimiento de energía eléctrica de la carga útil y el peso de la carga útil. Con el fin de aprovecharse completamente del potencial de la tecnología de sensores, necesitamos una plataforma de vigilancia a largo plazo.

Desde el 2008, los investigadores en AFIT han estado colaborando con la Agencia de Proyectos de Investigación Avanzada del Depto. de Defensa (DARPA, por sus siglas en inglés) para diseñar una aeronave HALE capaz de permanecer continuamente en vuelo por cinco años. El programa *Vulture* tiene el potencial de combinar los mejores aspectos de mantener la aeronave en estación y traslado a bajo costo con la persistencia y ventaja superior de un sistema de satélite.

En vista de los requerimientos de la misión, las aeronaves HALE se caracterizan por el alargamiento de sus alas y fuselajes estrechos, resultando en vehículos muy flexibles. Estas restricciones geométricas hacen que la aeronave sea susceptible a deformaciones grandes y dinámicas del ala a frecuencias bajas. Esas deformaciones pueden afectar negativamente las características de vuelo del vehículo, según fue demostrado en los pruebas de de vuelo del Helios.⁴ A pesar de ese accidente, el desarrollo del programa *Vulture* de DARPA, los diseños evolutivos de otras aeronaves HALE civiles y las recientes obras analíticas revelan una severa escasez de datos de pruebas experimentales.⁵ Esos datos son esenciales para promover aún más un entendimiento de la dinámica de vuelo y control de las aeronaves HALE y para validar el progreso reciente en el *software* y la aerodinámica.⁶

Una aeronave experimental de gran altitud y autonomía

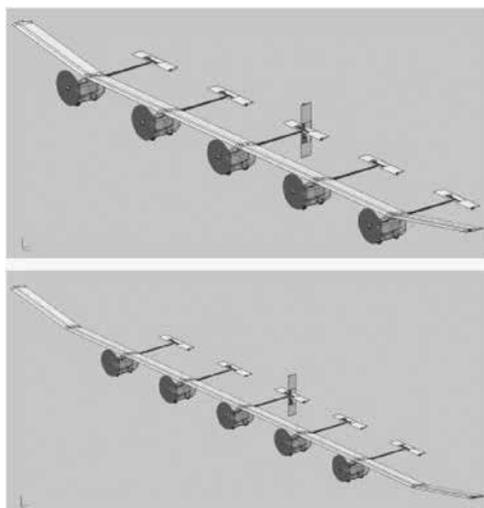
En el 2007, AFIT comenzó una iniciativa de investigación para localizar datos existentes y disponibles para validar el *software* y la teoría aerodinámica para las aeronaves HALE. Ese intento terminó cuando una reunión auspiciada por DARPA de expertos provenientes de academias, el Departamento de Defensa (incluyendo al autor), NASA y la industria confirmó la sospecha que ningún conjunto completo de datos disponibles existía para la investigación de dicha validación.⁷ Curiosamente, la aeronave Helios de la NASA pudo haber ofrecido esa información si los obstáculos políticos y programáticos no hubiesen impedido la instalación de instrumentos en el avión para recopilarlos.

El programa Vulture tiene el potencial de combinar los mejores aspectos de mantener la aeronave en la estación y el traslado a bajo costo con la persistencia y ventaja superior de un sistema de satélite.

En vista de la falta de datos disponibles, AFIT comenzó una segunda investigación utilizando la experiencia singular de investigadores en la Universidad de Michigan. El 17 de agosto de 2008, AFIT constituyó una asociación con el Departamento de Ingeniería Aeroespacial de la universidad para diseñar una aeronave experimental de gran altitud y autonomía (X-HALE) piloteada por control remoto apoyada por la Dirección de Vehículos Aéreos del Laboratorio de Investigación de la Fuerza Aérea (AFRL, por sus siglas en inglés) y administrada por AFIT. La sociedad ha diseñado una aeronave HALE empleando herramientas creadas por AFIT, AFRL y la Universidad de Michigan, creando dos configuraciones de diseño diferentes (consultar la figura) con ciertas características de diseño (consultar la tabla). Si la respuesta a las pruebas de la configuración inicial de la aeronave (contar con una envergadura del ala de seis metros) no ofrece las características de vuelo dinámico requeridas (flexibilidad del ala acoplada con control lateral y longitudinal de la aeronave), entonces las pruebas pasarán al concepto de ocho metros.⁸

Tabla. Características de las aeronaves X-HALE piloteadas por control remoto

Envergadura del ala	6 metros (m) u 8 m
Cuerda	0,2 m
Superficie alar	1,2 metros cuadrados (m ²) o 1,6 m ²
Alargamiento del ala	30 o 40
Longitud	0.96 m
Diámetro de la hélice	0,3 m
Peso bruto de despegue	11 0 12 kilogramos (kg)
Potencia/Peso	30 vatios/ kg
Velocidad relativa	12 – 18 m / segundo
Alcance máximo	3 kilómetros
Autonomía	45 minutos

**Figura. Diseños de envergadura del ala de seis (arriba) y 8 metros (abajo) de la aeronave X-HALE**

El primer vuelo de prueba del X-HALE fue programado para fines de la primavera o el verano de 2011 en Camp Atterbury, Indiana. Para esas pruebas la Universidad de Michigan ofreció su experiencia en manejar la aeronave; AFIT, experiencia en vuelos de prueba y administración del programa y AFRL, financiamiento y supervisión del programa. El propósito de estas pruebas es validar las herramientas de diseño de la aeronave HALE empleando datos acumulados de vuelos de prueba para construir y volar las aeronaves X-HALE exitosamente. Para la primera de dos series de vuelos de prueba X-HALE, la aeronave transportará un conjunto limitado de instrumentación para disminuir riesgos programáticos. Una vez esta serie de pruebas culminen con éxito, los investigadores fabricarán un segundo vehículo con instrumentación y objetivos de prueba de vuelo mucho más extensos para cumplir con la meta de investigación principal de recopilar datos de pruebas de vuelo para validar el *software* de investigación y la teoría aerodinámica. Los investigadores piensan compartir todos los datos con varias compañías grandes aéreas y espaciales que han seguido de cerca este proyecto con gran interés.

Conclusión

La meta de la Fuerza Aérea de lograr una vigilancia aérea persistente ha representado por mucho tiempo el santo grial de la comunidad de inteligencia. Los investigadores han logrado grandes progresos en crear plataformas y sensores para las aeronaves pero la proliferación de la guerra asimétrica significa que Estados Unidos necesita desesperadamente aeronaves que puedan volar sin rumbo definido por semanas o años sobre un blanco de interés. Los investigadores de AFIT, junto con sus socios estratégicos, están haciendo grandes progresos en ofrecer esas herramientas al guerrero. Actualmente, la manera de proceder incluye combinar las ventajas de los satélites con la flexibilidad de navegación de las aeronaves. El programa X-HALE ofrecerá los datos de las pruebas y las herramientas de diseño validadas que AFIT y los investigadores de la industria necesitan para diseñar una aeronave que cumpla con las necesidades de nuestros guerreros de poder contar con vigilancia aérea persistente. □

Base Aérea Wright-Patterson, Ohio

Notas

1. John D. Anderson Jr., *Introduction to Flight* (Introducción al vuelo), 3rd ed. (New York: McGraw-Hill, 1989), 29.
2. Thomas E. Noll et al., *Investigation of the Helios Prototype Aircraft Mishap* Investigación del accidente de la aeronave del prototipo Helios), vol. 1, Mishap Report (Washington, DC: Headquarters NASA, January 2004), 10, http://www.nasa.gov/pdf/64317main_helios.pdf.
3. Ibid.
4. Ibid., 9.
5. Christopher M. Shearer y Carlos E. S. Cesnik, “*Nonlinear Flight Dynamics of Very Flexible Aircraft*” (Dinámica de vuelo no lineal de aeronaves sumamente flexibles) (presentación AIAA-2005-5805, AIAA [American Institute of Aeronautics and Astronautics] Atmospheric Flight Mechanics Conference and Exhibit ([Instituto Americano de Aeronáutica y Astronáutica] Conferencia y Exhibición de Mecánica de Vuelo Atmosférico), San Francisco, 15–18 de agosto de 2005), <http://deepblue.lib.umich.edu/bitstream/2027.42/76937/1/AIAA-2005-5805-748.pdf>; y Shearer y Cesnik, “*Trajectory Control for Very Flexible Aircraft*” (Control de trayectoria para aeronaves sumamente flexibles) (presentación AIAA-2006-6316, AIAA Guidance, Navigation, and Control Conference and Exhibit (Conferencia y Exhibición de Pautas de la AIAA, Navegación y Control), Keystone, CO, 21–24 de agosto de 2006), <http://deepblue.lib.umich.edu/bitstream/2027.42/77218/1/AIAA-2006-6316-117.pdf>.
6. Fuentes técnicas incluyen Christopher M. Shearer, “*Coupled Nonlinear Flight Dynamics, Aeroelasticity, and Control of Very Flexible Aircraft*” (Dinámica acoplada de vuelo no lineal, aeroelasticidad y control de aeronaves sumamente flexibles) (Disertación de doctorado, University of Michigan, 2006); Rafael Palacios y Carlos E. S. Cesnik, “*Static Nonlinear Aeroelasticity of Flexible Slender Wings in Compressible Flow*” (Aeroelasticidad no lineal estática de alas delgadas flexibles y flujo compresible) (presentación AIAA-2005-1945, 46th AIAA/ASME/ASCE/AHS/ASC Structures, Structural Dynamics, and Materials Conference (46a Conferencia de AIAA/ASME/ASCE/AHS/ACS sobre estructuras, dinámica estructural y materiales), Austin, TX, 18–21 de abril de 2005), <http://deepblue.lib.umich.edu/bitstream/2027.42/76231/1/AIAA-2005-1945-496.pdf>; Leonard Meirovitch y Ilhan Tuzcu, “*Unified Theory for the Dynamics and Control of Maneuvering Flexible Aircraft*,” (Teoría unificada para la dinámica y control de maniobras de aeronaves flexibles) AIAA Journal 42, no. 4 (Abril 2004): 714–27; Mayuresh J. Patil, Dewey H. Hodges, y Carlos E. S. Cesnik, “*Nonlinear Aeroelastic Analysis of Complete Aircraft in Subsonic Flow*” (Análisis aeroelástico no lineal de la aeronave completa en flujo subsónico), Journal of Aircraft 37, no. 5 (Septiembre–Octubre 2000): 753–60; y Mark Drela, “*Integrated Simulation Model for Preliminary Aerodynamic, Structural, and Control-Law Design of Aircraft*” (Modelo de simulación integrada para diseño aerodinámico, estructural y ley de control de aeronaves) (presentación AIAA-99-1394, 40ª Conferencia y Exhibición de AIAA/ASME/ASCE/AHS/ASC sobre estructuras, dinámica estructural y materiales, St. Louis, MO, 12–15 de abril de 1999), http://web.mit.edu/drela/Public/web/aswing/asw_aiaa.pdf.
7. DARPA auspició una reunión sobre herramientas aeroelásticas no lineales el 10 y el 11 de septiembre de 2008 en Washington, D.C.
8. Resultados de la “flexibilidad del ala acoplada con control lateral y longitudinal de la aeronave” de la flexibilidad intrínseca de las alas de la aeronave HALE. En respuesta a la información de un alerón o tonel, la porción exterior del ala se deforma inicialmente. El movimiento del resto del aeroplano se rezaga detrás de este movimiento inicial del ala. Esta reacción se asemeja a la manera como una ola del océano se forma por primera vez, sin embargo el movimiento resultante del agua en la costa se rezaga detrás del movimiento inicial de la ola. La demora en el movimiento de la aeronave a causa de una entrada del alerón crea problemas adicionales con la estabilidad y el control. En la mayoría de las aeronaves, el ala está tan rígida que las entradas del alerón causan que toda la aeronave comience a inclinarse lateralmente casi instantáneamente.