

Tecnologías Emergentes

Alta velocidad en ala rotatoria, concepto de helicóptero compuesto

Autores: D. Juan Manuel Jiménez García, Coordinador R&D&T, Airbus Helicopters España.

Palabras clave: helicópteros, ala rotatoria, alta velocidad, helicóptero compuesto.

Líneas I+D+i ETID relacionadas: 7.1.2.

Introducción

Actualmente atravesamos un periodo de transición y cambios en el desarrollo de plataformas aéreas tanto las de ala fija como rotatoria, tanto por la evolución de los conceptos de uso, como por la influencia que el desarrollo tecnológico está teniendo a lo

largo del ciclo de vida de las plataformas.

De cara a analizar la evolución del concepto operacional del ala rotatoria a lo largo del siguiente artículo, se va a presentar una descripción general multidisciplinaria de una de las configuraciones de helicópteros compuestos de alta velocidad, que puede dar respuesta a este nuevo ámbito operacional del ala rotatoria. Dicho desarrollo de concepto se está llevando a cabo a nivel civil por parte de *Airbus Helicopters* dentro del marco de la iniciativa Europea, *Clean Sky 2*. El objetivo del proyecto es lograr el desarrollo y prueba de un demostrador de helicóptero de alta velocidad (*RACER-Rapid Cost Effective Rotorcraft*). El desarrollo del concepto de un helicóptero compuesto de alta velocidad tiene como objetivo lograr mejoras operativas y económicas aprovechando las ventajas de las características o requisitos necesarios

para la alta velocidad; derivado de este requisito se obtendrán, además, mejoras en el ámbito del alcance (notable incremento), sin detrimento de las capacidades de vuelo estacionario y, gracias a estas características únicas de la aeronave, se mejoraran las actuales capacidades que ofrecen las naves de ala rotatoria, tanto a nivel civil como militar.

Desarrollo

Como se ha experimentado a lo largo de los últimos 70 años, los helicópteros, tal como los conocemos, muestran excelentes capacidades de vuelo estacionario, esta capacidad es parte de su «leitmotiv», debido a esta especialización de la aeronave, se encuentra limitada su velocidad en vuelo horizontal, limitando por tanto sus capacidades en crucero. Estas limitaciones están asociadas a dos fenómenos aerodinámicos del rotor principal: El primero, la entrada en pérdida de la pala en retroceso



Fig.1. Demostrador XE. (Fuente: AIRBUS Helicopters).

y el segundo, la altísima velocidad que se alcanza en la punta de la pala (números de Mach Altos). En términos generales, las capacidades de sustentación y empuje de un rotor de helicóptero disminuyen conforme se incrementa la velocidad de avance, limitando de esta forma sus capacidades en vuelo de avance horizontal.

A lo largo de la historia se han realizado numerosos intentos de combinar la eficiencia y el rendimiento de las aeronaves de ala fija junto a las ventajosas capacidades de vuelo estacionario y despegue vertical de los helicópteros. Los helicópteros compuestos o girodinós y los convertiplanos han sido los conceptos más prometedores que se han venido explorando y desarrollando, siempre focalizados en superar las barreras o deficiencias en vuelo de avance horizontal de los helicópteros puros, mediante la introducción de características y soluciones de aeronaves de ala fija. Sin embargo, todos los conceptos representan una relación de compromiso entre ambos tipos de aeronaves, dicha relación de compromiso es la que marca sus capacidades y prestaciones finales como nave, que además deben estar en consonancia con el tipo y perfil de misión para la que la aeronave está pensada. Dos ejemplos de lo anteriormente comentado son los bien conocidos convertiplanos el V-22 Osprey y el AW 609.

Concepto funcional

Los helicópteros compuestos se caracterizan por ser una fórmula que combina de forma equilibrada tanto la sustentación como el empuje de las aeronaves de ala fija y rotatoria, combinándolos de forma perfecta para poder así «descargar» el rotor principal de sus tareas simultáneas de sustentación y propulsión. Gracias a esta configuración de aeronave se pueden alcanzar velocidades de avance mucho más elevadas, casi al nivel de un turbohélice. Para poder materializar esta fórmula de éxito, es necesario conseguir una sustentación adicional a la del rotor principal (para así poderlo descargar), lo cual implica la necesidad de dotar a la aeronave con perfiles aerodinámicos funcionales (lo que supone agregar alas a un vehículo tipo helicóptero puro; gracias a esta solución el factor de carga de la aeronave es incrementado



Fig. 2. Arquitecturas de helicópteros compuestos planteadas. (Fuente: AIRBUS Helicopters)

y por lo tanto se puede alcanzar una mayor maniobrabilidad así como mejorar la eficiencia del helicóptero (si lo tomamos como base del desarrollo) a una velocidad moderadamente alta, a expensas de la reducción de la eficiencia a velocidades de avance más bajas y en vuelo estacionario. El desarrollo de un sistema compuesto, implica que también el empuje debe ir en esta línea, por lo que se busca reducir la dependencia del rotor principal en vuelo de avance y por lo tanto hay que añadir dispositivos de propulsión auxiliares. Típicamente esto se logra por medio de la integración de una o un par de hélices movidas por transmisiones engranadas a los motores turbo-eje que equipan la aeronaves, o bien mediante el uso de motores adicionales en dichas hélices, en aras de garantizar una propulsión adicional. Algunos ejemplos son el Sikorsky S-69, el VFW H3 y

el Gyrodyne GCA-2A. Otra potencial solución es la arquitectura desarrollada en la plataforma S-97 donde se integran como solución de composición de empuje dos rotores principales coaxiales en combinación con una única hélice propulsora integrada en la parte final del fuselaje trasero de la plataforma. En términos generales, se considera que la solución basada en un empuje compuesto es la más efectiva en comparación con una configuración de vehículo compuesto, focalizado únicamente en la de elevación pura.

El desarrollo más amplio de una configuración de un helicóptero o aeronave compuesto/a, incluye también la integración de alas y unidades de propulsión. La sustentación durante el vuelo de crucero la proporcionan simultáneamente el rotor principal, en condición de funcionamiento convencional

Tecnologías emergentes

o en modo de autorrotación, y por las alas funcionales, aerodinámicamente hablando. Ya que dentro de las aeronaves de ala rotatoria, y especialmente dentro del ámbito militar, existen múltiples ejemplos de alas embrionarias o *stub wings*, cuya misión no es la de generar sustentación si no la de portar otros elementos. Como resultado de esta arquitectura, el helicóptero compuesto es capaz de superar las limitaciones de entrada en pérdida del rotor principal sin ningún problema y, debido a sus alas funcionales, las pérdidas de empuje gracias a la instalación las hélices auxiliares, ya sean propulsivas o tractoras. Como resultado se obtiene un incremento del factor de carga a unos ratio más elevados, lo cual nos da la posibilidad de volar a una mayor velocidad. El uso de un par de hélices de empuje/tractoras permite obtener una corrección simultánea del par mediante las fuerzas compensadas. Uno de los primeros ejemplos de este concepto de aeronave compuesta fue el «*Fairey Gyrodyne*» desarrollado como demostrador experimental en el Reino Unido en 1947, un ejemplo reciente de este sistema es el demostrador desarrollado por Airbus Helicopters denominado X3.

Impacto en la Aeroestructura - Concepto X³

Otro tipo de solución de aeronave que da respuesta a este reto son las que están basadas en un sistema de propulsión compuesta entre helicóptero y aeronave de ala fija, que suelen estar formados por un fuselaje al que se le integran unas alas funcionales que, normalmente, están unidas al fuselaje central o al extremo de popa del Puro de Cola (*Tail Boom*), junto con un sistema propulsivo similar al de vehículos de ala fija. La instalación de los motores al fuselaje solo es viable si se utilizan turborreactores (ejemplos como Bell Model 533, Kaman UH-2, Lockheed XH-51A). A pesar de la ventaja de tener alas «limpias», esta disposición no permite capacidades de autorrotación, por lo que requiere la instalación de un rotor de cola adicional en aras de preservar las características de *Vertical Take Off and Landing* (VTOL). Esta solución puede tener distintas configuraciones, configuraciones con un solo rotor principal y una hélice de empuje montada en el puro de cola (AH-56A). Otra posibilidad es

la de integrar los elementos propulsivos en las alas, siendo las localizaciones óptimas las que se encuentran alejadas del encastre del ala al vehículo. (*Fairey Rotodyne*) y (*Fairey Jet Gyrodyne*, AH-X3).

Se ha explorado una gran variedad de arquitecturas compuestas, algunas de ellas se han desarrollado hasta nivel de madurez nada desdeñable, pero ha de recalarse que nunca, por ahora, se ha llegado la producción en serie.

Demostrador RACER

El demostrador RACER será una aeronave o helicóptero de clase media (en términos de MTOW) con una velocidad de crucero superior a 220 kt. La arquitectura de la aeronave está basada en la experiencia adquirida a través del demostrador X³ del que ya hemos hablado. El RACER se basa en el concepto de helicóptero compuesto, por lo que incluye un ala funcional y doble (patentada por *Airbus Helicopters*) y hélices propulsoras (rotores laterales), además de un fuselaje trasero sin rotor antipar revolucionario de arquitectura disruptiva. Los principales aspectos innovadores de esta aeronave se encuentran a nivel de la arquitectura general de la misma, que se describe a continuación, y su integración de cada subsistema. En este sentido se han implementado nuevas tecnologías de cara a contribuir a la eficiencia general de la nave, como componentes estructurales fabricados en materiales compuestos de última generación, procesos de producción avanzados (Ooa - *Out of Autoclave*; AM - *Additive*

Manufacturing, etc.) y eficientes, novedosa arquitectura de la transmisión principal optimizándola y generación de CC de alto voltaje. El tamaño del demostrador está pensado para optimizar la realización las siguientes misiones específicas bajo unos nuevos estándares, particularmente las de EMS, SAR y transporte de pasajeros.

Los beneficios que esta arquitectura puede proporcionar al desarrollo de las misiones tipo ya han sido contrastados con el X³ y, por lo tanto, se conoce todo el potencial de incremento del beneficio que este nuevo vehículo puede prestar y se puede ilustrar con los siguientes ejemplos.

- En el caso de las operaciones de emergencia y rescate uno de los condicionantes que permiten aumentar las probabilidades de éxito de la misión es poder llegar a las personas en dificultad en el menor tiempo posible. En este sentido, el aumento de la velocidad de vuelo en un 50% permite que se pueda llegar a doblar el área de acceso y operación de la plataforma (alcance), aumentando notablemente el perímetro de actuación dentro de la «hora de oro» de las operaciones de emergencia y rescate. A lo que habría que añadir los beneficios en términos económicos al poder reducir el número de bases, así como aumentar el número de misiones y reducir el número de máquinas que operan, gracias a este tipo de aeronave, como ya se ha comentado.



Fig. 3. Demostrador RACER. (Fuente: AIRBUS Helicopters)



Fig. 4. Comparativa alcance helicóptero convencional vs helicóptero compuesto. (Fuente: AIRBUS Helicopters)

- Si tratamos de trasladar estas ventajas a las posibles necesidades militares, nos encontramos con que el uso de estas plataformas pueden aportar notables mejoras operativas no solo a las misiones SAR, sino a aquellas en las que el tiempo de ejecución suponga un factor determinante como MEDEVAC o soporte aéreo cercano, entre otras.

Conclusiones

Como se plasma a lo largo del artículo, actualmente nos encontramos inmersos en un proceso de evolución de las plataformas aéreas de ala rotatoria. Dicho proceso busca la consecución de un salto sustancial en términos de eficiencia y de prestaciones, especialmente en el ámbito de la alta velocidad, permitiendo así tener aeronaves que se muevan casi tan rápido como un turboprop, pero con capacidades VTOL. Si bien, el factor clave en este desarrollo vendrá dado por el tipo de solución o arquitectura de la plataforma en aras de que obtenga las mejores ventajas del vuelo horizontal, sin detrimento del vuelo a punto fijo. Se están desarrollando varios prototipos revolucionarios de distintos programas a uno y otro

lado del globo en esta carrera del ala rotatoria hacia la alta velocidad y la excelencia en el desarrollo de las misiones.

El desarrollo de estas plataformas puede traer consigo una notable evolución en términos de capacidad, dado el aumento en los rangos que las plataformas pueden alcanzar como por su notable aumento de la velocidad de vuelo en el entorno de un 50% de incremento. En este sentido, se considera que existe una convergencia en los beneficios que estas plataformas pueden aportar tanto a nivel civil como militar. Es por ello que el desarrollo de demostradores y su posterior experimentación a nivel civil, como es el caso del RACER, pueden contribuir a la evolución de los conceptos de operación militares.

A nivel global el impacto en términos de capacidades del uso de plataformas de ala rotatoria de alta velocidad se ve reflejado en el interés con el que las grandes potencias militares han comenzado a lanzar proyectos que exploren su uso a nivel militar, de cara a desarrollar plataformas con capacidad operativa en el medio plazo (2035 - 2040). A este respecto, como ejemplo la iniciativa estadounidense del

Future Vertical Lift (FVL) con el *FARA (Future Assault and Reconnaissance Aircraft)* y el *FLRAA (Future Long Range Assault Aircraft)*, implica el desarrollo por parte del *US ARMY* de un demostrador de alta velocidad y prestaciones que se adelante a una futura necesidad operativa y que permita desarrollar un concepto de operación adaptado a los nuevos escenarios operativos y bajo nuevos estándares. En esta línea existen otros programas similares a nivel europeo, OTAN, chino, japonés y ruso, tanto para vehículos de ala rotatoria tripulados como RPAS.

Se considera por tanto un concepto de plataforma que, si bien actualmente cuenta con un estado de madurez limitado en el ámbito militar, su desarrollo puede generar una mejora notable con respecto a las plataformas tradicionales, tanto a nivel operativo como en lo referente al ciclo de vida e integración con otros sistemas, pudiendo suponer el próximo salto tecnológico en materia de plataformas de ala rotativa. Como conclusión final, simplemente decir que la alta velocidad en ala rotatoria ha llegado para quedarse y que se espera que pueda suponer una segunda revolución en términos operativos de los vehículos de ala rotatoria.