



# INVESTIGACIÓN AERONÁUTICA A BORDO DE LA NASA DÉCADAS DE COLABORACIÓN CON LA AVIACIÓN DE ROTOR BASCULANTE 1950 1990

1 DINÁMICA COMPUTACIONAL DE FLUIDOS  
(CFD, por sus siglas en inglés) ★ ✦ ✦

2 BASE DE DATOS  
DE RUIDO

3 ESTRUCTURAS COMPUESTAS ★ ✦ ✦

4 ESTABILIDAD AEROELÁSTICA

5 HÉLICES BASCULANTES

6 SISTEMA DE CONTROL  
DE VUELO

7 SISTEMA DISCRETO DE CONTROL  
DE POSICIÓN DE GÓNDOLA

8 SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS

9 PRUEBAS DE TÚNEL AERODINÁMICO ★ ✦ ✦

10 PRUEBA DEL CONCEPTO  
DE ROTOR BASCULANTE

- ★ También se aplica a aeronaves comerciales
- ✦ También se aplica a aeronaves militares
- ✦ También se aplica a aeronaves en general

## **1. Dinámica computacional de fluidos (CFD)**

A partir de 1970, la NASA comenzó a desarrollar códigos informáticos sofisticados que podrían predecir con exactitud el flujo de los fluidos, como el flujo del aire por el ala de una aeronave, del combustible en el motor principal de un transbordador espacial, o las interacciones complejas entre las palas del rotor principal, el fuselaje y el rotor de la cola de la aeronave.

Esas ideas y códigos se convirtieron en CFD, que hoy en día se considera una herramienta fundamental para el estudio de la dinámica de los fluidos y el desarrollo de nuevas aeronaves. CFD reduce enormemente el tiempo y los costos necesarios para el diseño y la prueba de cualquier tipo de aeronave.

Los productos de software informático desarrollados por la NASA son críticos para modelar el rotor basculante en modos de vuelo estacionario y de avión.

## **2. Base de datos de ruido**

Las palas del rotor generan ruido y vibración dentro y fuera de la aeronave de alas giratorias, incluido el rotor basculante. La investigación de la NASA validó que los niveles de ruido podrían reducirse con la ayuda de diseños de rotor de avanzada y nuevas metodologías de trayectoria de vuelo.

## **3. Estructuras compuestas**

La NASA primero se unió a la industria durante la década del 70 para realizar una investigación sobre cómo desarrollar materiales no metálicos altamente resistentes que pudieran reemplazar a los metales más pesados en las aeronaves. Gradualmente, estos materiales han reemplazado los metales en los fuselajes de helicópteros y las palas del rotor, como así también se han convertido en un componente crítico para reducir el paso de los vehículos de vuelo vertical.

## **4. Estabilidad aeroelástica**

Durante las décadas de investigación de la NASA sobre el desarrollo de aeronaves con rotor basculante, un área clave de estudio fue el descubrimiento de modos para evitar la flexión inestable del rotor basculante, su ala y su soporte. Como resultado, la NASA desarrolló un sistema de accionadores únicos de amortiguación del movimiento y reducción de inestabilidad en las hélices basculantes.

## **5. Hélices basculantes**

La investigación de la NASA permitió desarrollar una combinación de hélice/rotor de gran torsión que proporciona el empuje necesario tanto para la elevación vertical como para el vuelo hacia adelante. Las palas de esta combinación hélice/rotor finalmente se construyeron con materiales compuestos más resistentes, livianos y silenciosos.

## **6. Sistema de control de vuelo**

La capacidad de operar un vehículo en modos de vuelo vertical y horizontal requería de un sistema de control de vuelo revolucionario. La investigación de la NASA permitió el desarrollo de un sistema que combina y sincroniza los controles de vuelo de modos de vuelo helicóptero y aviones de ala fija. El sistema incluye una estación de piloto de rotor basculante con controles para paso, alabeo, guiñada y empuje en todo los modos (helicóptero, basculante y avión).

## **7. Sistema discreto de control de posición de góndola**

La investigación de la NASA permitió desarrollar un sistema de avance automático de las góndolas del rotor basculante a nuevas posiciones, a un ritmo moderado para que el piloto se pudiera concentrar en el control principal del vuelo. El sistema discreto de control de posición de góndola que se utiliza actualmente en el Bell/Agusta 609, hace más predecible el funcionamiento de la aeronave de rotor basculante durante el vuelo instrumentado y la aproximación al aterrizaje.

## **8. Sistema de adquisición de datos**

Durante el programa de investigación del rotor basculante, la NASA desarrolló un sistema digital de adquisición de datos que podía capturar varios flujos de datos de túneles aerodinámicos y de pruebas de vuelo. El sistema podía resistir las fuerzas de oscilación generadas por el aparato de prueba y, a la vez, capturar y transmitir de forma precisa los datos de presión, temperatura, carga, torque y posición.

## **9. Pruebas de túnel aerodinámico**

Los túneles aerodinámicos de la NASA se utilizaron, y se siguen utilizando, para probar los modelos de rotor basculante e investigar en la aeronave: el rendimiento aerodinámico; la capacidad de carga estructural; el rendimiento de los sistemas mecánico, eléctrico e hidráulico; la estabilidad aeroelástica y la reducción de ruido.

## **10. Prueba del concepto de rotor basculante**

Las pruebas de vuelo que usan la aeronave de investigación de rotor basculante XV-15 y las simulaciones que realizó la NASA, el Ejército de los EE. UU. y el helicóptero Bell fueron fundamentales para comprobar la viabilidad y la utilidad del concepto del rotor basculante. Las décadas de investigación del programa de rotor basculante derivaron en la producción del primer rotor basculante funcionando en el mundo, el V-22 Osprey militar de los EE. UU., y la primera aplicación civil, el Bell/Agusta 609.