

Diseño y simulación de un banco de pruebas de un grado de libertad para el control de aeronaves no tripuladas de despegue y aterrizaje vertical

Propuesta de Investigación

Martha Patricia Forero Carrillo
Ingeniería Mecatrónica

Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas
mforero261@unab.edu.co

Universidad Autónoma de Bucaramanga

RESUMEN

En éste artículo de investigación se pretende como objeto de estudio el diseño de un banco de pruebas con un grado de libertad para simular el funcionamiento y control de un Vehículo Aéreo no Tripulado (UAV) de Despegue y Aterrizaje Vertical (V/STOL). Para este fin se ha realizado una investigación bibliográfica al respecto, cuyo resultado ha sido este documento, punto de partida antes del análisis dinámico el cual se realizará por dos métodos Newton-Euler y Lagrange, para su posterior simulación en MatLab y COMSOL Multiphysics®, al final del proyecto se validaran los resultados obtenidos en este banco de pruebas con los datos calculados.

ABSTRACT

This research article deals with study and design of a test bench with one degree of freedom to simulate the operation and control of an Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Takeoff and Vertical Landing (V/STOL). To this end, there has been a literature on the matter, which has resulted in this document, the starting point before the dynamic analysis which will be performed by two methods: Newton - Euler and Lagrange, for subsequent simulation in MATLAB and COMSOL Multiphysics®, at the end of the project the data acquires will be validated with the calculated data.

Área de Conocimiento

Aeroespacial.

Palabras Clave

NEWTON-EULER. LAGRANGE. FEA.

INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo se propone realizar el diseño de un banco de pruebas con un grado de libertad para simular el funcionamiento y control de un UAV V/STOL. La propuesta se realizara en cuatro etapas: primero se harán los cálculos dinámicos de la aeronave tipo UAV de características V/STOL, los cuales se obtendrán por dos métodos, Newton-Euler y

Lagrange; segunda etapa, después de identificar plenamente el sistema se realizara su simulación en COMSOL Multiphysics® y MatLab, en el primer software citado se podrá analizar por medio del método de elementos finitos el fenómeno de interacción fluido estructura, y en el segundo se observara la eficiencia de diferentes controladores implementados por espacios de estado; en la tercera etapa, con todos los datos obtenidos se realizará la construcción del banco de pruebas de un grado de libertad, posteriormente en la última etapa se validara experimentalmente los datos obtenidos.

JUSTIFICACIÓN

La aerodinámica es una rama de estudio que en los últimos años ha tenido grandes avances entre los cuales se encuentran el desarrollo de nuevos conceptos de aeronaves como lo son los UAV's V/STOL, los cuales tienen un gran acogida tanto en el ámbito militar como civil, porque permiten el acceso a zonas de difícil maniobrabilidad, además son aeronaves versátiles pues pueden realizar diferentes labores, como: armas tácticas, o reconocimiento, búsqueda y rescate, entre otros.

En el desarrollo de estas aeronaves se conjugan las diferentes conocimientos y destrezas que debe poseer un ingeniero mecatrónico, por esto se busca construir una plataforma que permita a los estudiantes aprender y validar conceptos relacionados con aerodinámica, control de movimiento y control PID, para que sea el mismo estudiante el que concluya y prediga la estabilidad de la aeronave en estudio.

REFERENTE TEÓRICO

Los avances en las de aeronaves de despegue rápido han surgido de la industria militar con los vehículos no tripulados de combate aéreo,UCAV, acrónimo de Unmanned Combat Air Vehicle, los cuales han tomado un gran valor en los últimos años por su utilidades como vehículos de reconocimiento, e incluso como armas tácticas. Estas aeronaves se están convirtiendo rápidamente en herramientas esenciales en las operaciones del día a día de los militares e investigadores, además actualmente también tiene un gran desarrollo en el ámbito civil ^[1].



Figura 1. X-45A UCAV Configuración (Foto de la NASA Centro Dryden de Investigaciones de Vuelo) [2]

Para comprender y realizar el modelo matemático de la aeronave es necesario conocer la aerodinámica involucradas en el mismo, tales como sustentación, arrastre, momentos, entre otros, la cual se encuentra documentada [3, 5], pero en este caso se realizara el análisis específicamente por dos métodos Newton-Euler y Lagrange, además el análisis se simulara en el software MatLab para diseñar un controlador para sistema no lineal como lo es el caso del UAV [4], también se realizara un Análisis por Elementos Finitos (FEA) de interacción fluido estructura en COMSOL Multiphysics®.

El Modelo de Elementos Finitos (FEM) tiene una inherentemente mayor precisión de lo que sería posible usando el método convencional de análisis manual, ya que la forma real, la carga y limitaciones, así como combinaciones de las propiedades del material se pueden especificar con una mayor precisión que en los cálculos manuales tradicionales[2].

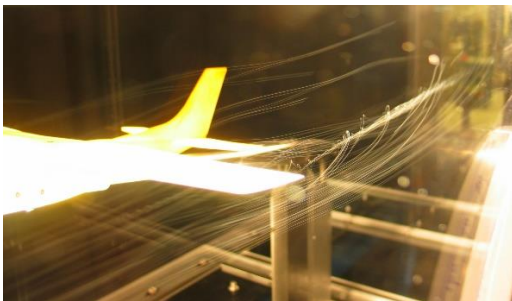


Figura 2. Ejemplo de Fuerzas Aerodinámicas. Burbujas de helio que muestran las trayectorias de los vórtices en el extremo del ala [4]

OBJETIVOS

Objetivo general

Analizar la interacción fluido-estructura de un nuevo diseño de aeronave de despegue rápido para predecir su estabilidad de vuelo.

Objetivos específicos

Identificar las variables involucradas en el funcionamiento y construcción de un modelo de una aeronave no tripulada de despegue y aterrizaje vertical.

Establecer un prototipo físico a partir de los cálculos dinámicos para modelarlo MatLab y realizar e implementar diferentes controladores.

Simular las fuerzas (por ejemplo sustentación y arrastre) y momentos que actúan sobre la aeronave, en el software de COMSOL Multiphysics®.

Validar experimentalmente por medio del banco de pruebas los resultados obtenidos en las simulaciones computacionales.

Analizar la estabilidad de la aeronave basados en los resultados obtenidos

METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

Realizar la búsqueda del estado del arte referente a los principios mecánicos involucrados en la temática.

Definir las características que debe tener un UAV VSTOL y sus ecuaciones dinámicas.

Simular el modelo en MatLab y realizar e implementar diferentes controladores.

Simular las interacciones fluido-estructura por medio de FEA en el software COMSOL Multiphysics® en el modelo de la aeronave de despegue rápido.

Construir el banco para aeronaves de un grado de libertad y realizar pruebas de validación los resultados obtenidos en las simulaciones computacionales.

Analizar y presentar los resultados obtenidos.

CRONOGRAMA

El plan de trabajo se estableció a 7 meses y medio, distribuidos de la siguiente forma:

Tabla 4. Cronograma

Semanas / Actividad		Búsqueda bibliográfica	Elaboración de documentos	Análisis Dinámico Newton - Euler	Análisis Dinámico Lagrange	Modelado MatLab	Modelado por FEA en COMSOL Multiphysics	Construcción del Banco de Pruebas	Validación de Datos
Febrero	1								
	2								
	3								
	4								
Marzo	1								
	2								
	3								
	4								
Abril	1								
	2								
	3								
	4								
Mayo	1								
	2								
	3								
	4								
Agosto	1								
	2								
	3								
	4								
Septiembre	1								
	2								
	3								
	4								
Octubre	1								
	2								
	3								
	4								
Noviembre	1								
	2								

RESULTADOS ESPERADOS

- Valores de las fuerzas (por ejemplo sustentación y arrastre) y momentos que actúan sobre la aeronave.
- Validación experimental por medio del banco de pruebas de los resultados obtenidos en las simulaciones computacionales.
- Análisis sobre la estabilidad de la aeronave en base a los resultados obtenidos.

IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Nombre del Semillero	Semillero de investigación en Modelamiento y Simulación
Tutor del Proyecto	Sebastián Roa Prada
Grupo de Investigación	Control y Mecatrónica
Línea de Investigación	Aplicación de herramientas computacionales de simulación de alto desempeño
Fecha de Presentación	09 de Agosto de 2015

REFERENCIAS

Valavanis, Kimon P., ed. *Advances in Unmanned Aerial Vehicles: State of the Art and the Road to Autonomy*. Dordrecht: Springer, 2007.

Cummings, R., Morton, S., Siegel, S., Bosscher, Steven. *Numerical Prediction and Wind Tunnel Experiment for a Pitching Unmanned Combat Air Vehicle*. Department of Aeronautics. United States Air Force Academy. DOI=http://www.cobaltcfd.com/pdfs/AIAA_2003_0417_ucav.pdf

L. Marconi, R. Naldi, L. Gentili, “Modeling and Control of a Flying Robot Interacting with the Environment”, *Automatica*, Vol 47, Issue 12, 2571-2583, 2011.

A. Isidori, L. Marconi, “A Zero-Dynamics Re-Design Approach to Problems of Nonlinear Output Regulation”, *Dynamics of Continuous Discrete and Impulsive Systems, Series A: Mathematical Analysis*, 17, pp- 809-827, 2010.

Lian Y., Tang J., Vieru D., Shyy W., and Liu H. *Aerodynamics of Low Reynolds Number Flyers*. Cambridge University Press, 2008.