

INVESTIGACIÓN

Simulación de los Parámetros de Diseño y Construcción de una Aeronave Radiocontrolada

Fernando Aparicio Urbano Molano

Departamento de Telemática, Universidad del Cauca, Popayán, Colombia.

Recibido: 28 de mayo de 2011; revisado: 17 de Junio de 2011; aceptado: 14 de julio de 2011.

Resumen— En este artículo se presenta la simulación y el proceso de diseño de una aeronave radio controlada utilizando la metodología de Roskam (DARcorporation) y diferentes herramientas computacionales como Winfoil, se simula el comportamiento (en crucero) utilizando AAA (Advanced Aircraft Analysis) y se obtiene el apropiado modelado de la misma.

Palabras Clave: *Diseño, Aeromodelo, UAV, Simulación, Modelado.*

Abstract— This paper presents an analysis and simulation of radio-controlled aircraft design parameters using Roskam's methodology and different computational tools like Winfoil. It's simulates the behavior in flight of the aircraft using AAA(Advanced Aircraft Analysis) and gets the proper modeling of the radio-controlled aircraft.

Keywords: *Design, Radio-Controlled Aircraft, UAV, Simulation, Modeling.*

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente la investigación en aeronaves no tripuladas (UAV) se ha incrementado debido principalmente, al fácil acceso a la información y a la reducción de los costos de los equipos e instrumentación; no obstante es de interés que se haga la correcta apropiación del conocimiento. Para el diseño de aeronaves radiocontroladas, es muy común, en la mayoría de los casos, encontrar los planos para la construcción y/o personal experto, que sea capaz de elaborar aeronaves bastante estables; Sin embargo, para afrontar el reto de diseñar un UAV, se necesita con exactitud, bien sea el modelo matemático de la dinámica o un modelo derivado del comportamiento dinámico real de la aeronave en vuelo. Para tal efecto, en este trabajo se presenta el análisis, descripción del diseño de la aeronave a escala y sus características, se simula el comportamiento (en crucero) utilizando herramientas computacionales y se obtiene el apropiado modelado de la misma.

En los últimos años en Colombia se ha incursionado en el desarrollo de sistemas de control de aeronaves no tripuladas (UAV), así como en su diseño, como por ejemplo el Efigenia S/VTOL presentado en [1], proyecto que involucra tópicos en ingeniería aeronáutica y electrónica, en [2] se presenta el proceso de diseño desarrollado por el grupo de investigación

en Ingeniería Aeroespacial de la Universidad Pontificia Bolivariana de Medellín (Colombia), con el fin de obtener un aeromodelo capaz de cumplir las misiones de ataque y vigilancia estipuladas por el concurso internacional Design/Build/Fly (DBF) patrocinado por el American Institute of Aeronautics and Astronautics (AIAA), Cessna Aircraft Company y Raytheon Missile Systems, en [3] se presenta el diseño del ala para un vehículo aéreo no tripulado y en [4] se presentan los resultados del proceso de diseño del sistema de control necesario para dar autonomía de vuelo a un aeromodelo convencional.

Trabajos similares a los nombrados anteriormente, se han realizado en Latinoamérica, en [5] se desarrolló un modelo matemático global no lineal para una aeronave radiocontrolada y en [6] una herramienta computacional para simular el comportamiento aerodinámico de vehículos aéreos no tripulados con una configuración de alas unidas.

II. DISEÑO DE UNA AERONAVE RADIOCONTROLADA

A. *Parámetros de Diseño*

Para diseñar una aeronave hay que tener en cuenta una gran variedad de factores para determinar su tamaño y configuración, entre los que se tienen: el tamaño y la potencia del motor, el tipo de desempeño; es decir, si es un aeromodelo deportivo de velocidad moderada y maniobrabilidad, o uno rápido y acrobático, etc.; la planta alar (si es elíptica, rectangular, etc.), el perfil alar; y el peso estimado.

En la Figura 1 se puede observar el aeromodelo "UglyStik", que es uno de los más utilizados y el más común entre las personas que comparten esta afición, se procedió a conseguir un prototipo ya construido y a un experto constructor para obtener los planos y/o las medidas apropiadas; sin embargo la consecución de los planos no fue posible, así que fue necesario realizar un proceso de rediseño o reingeniería partiendo de un modelo existente, la asesoría de pilotos expertos y la metodología planteada por Roskam [7]. En la tabla 1 se pueden observar las especificaciones utilizadas para el diseño de la aeronave.



Fig. 1 Aeromodelo UglyStik.

B. Diseño del Ala

El ala es una de las partes claves para el vuelo exitoso de una aeronave, así que su buen diseño es pieza fundamental porque determina muchas veces la carga útil, el rango de la aeronave, la velocidad máxima que puede alcanzar, etc. Para lograr un buen diseño, utilizando los datos de la tabla I (envergadura, perfil y área alar (wingspan)) y teniendo en cuenta que era un ala rectangular, se utilizó el software Winfoil [8], el cual es de fácil manejo.

TABLA I
PARÁMETROS DEL UGLYSTIK

Especificaciones	
Dimensiones	
Longitud	1.38 m
Envergadura	1.56 m
Área Alar	0.59 m ²
Perfil Alar	NACA 63 ₂ - 015
MAC	0.37 m
Controles	
Alerón	-25° a +30°
Elevador	-16° a +16°
Timón de Cola	-16° a +16°

m = metros

El perfil alar utilizado es el NACA 632-015 (Tabla I y Figura 2), es un perfil simétrico apto para altas velocidades y acrobacias.

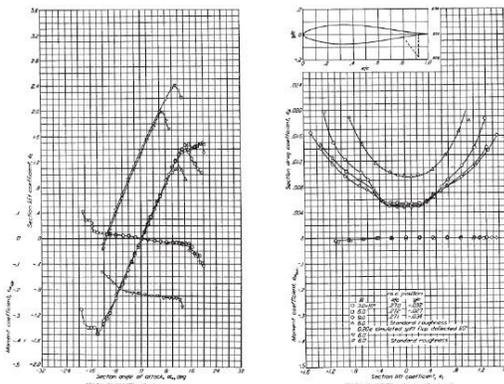


Fig. 2. perfil alar utilizado es el NACA 632-015.

Winfoil permite la obtención de los planos, que luego de ser impresos, deben reproducirse en el material a utilizar; para este caso en particular, la estructura del ala fue fabricada en balsa e icopor.

Thickness : 14,93 % at 35 % Chord - Camber : 0 % at 0 % Chord

Rib 1 of 4 - Chord : ,38 Metres

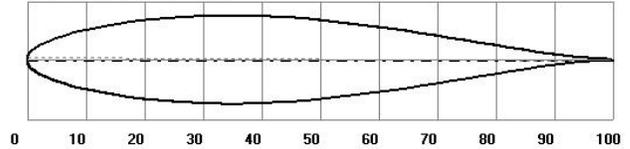


Fig. 3. Plano del perfil alar.

El procedimiento de construcción fue realizado por personal experto, puesto que cualquier error en el corte de los materiales ocasiona desperfectos en la aeronave, repercutiendo en el desempeño y la dinámica. Entre las consecuencias están la pérdida de tiempo, en el caso de que la aeronave no vuele y según algunos aeromodelistas, la mala construcción es la causante de la mayoría de los accidentes, teniendo como resultado no solo la pérdida de la estructura, sino también en el equipo (motor, receptores, etc.), obviamente generando pérdidas económicas.

En la figura 4 se pueden observar, en resumen los datos de diseño, la aplicación permite el cálculo automático del área, AR, y la cuerda media aerodinámica.

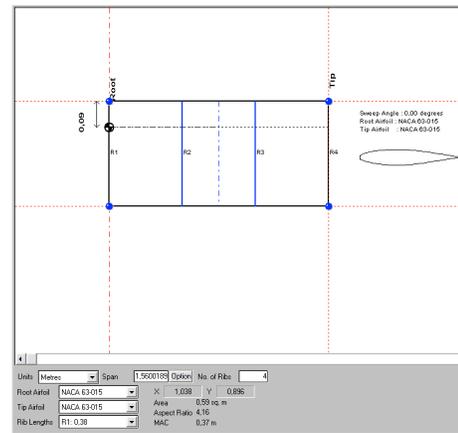


Fig. 4. Ala diseñada.

En la Figura 5 se puede observar una imagen en 3D del ala diseñada

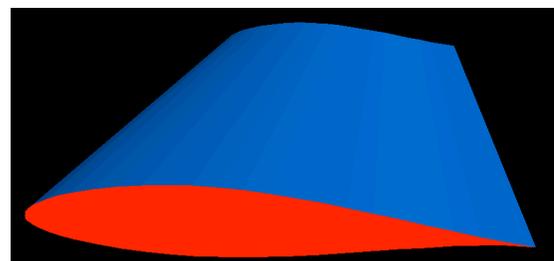


Fig. 5. Diseño del ala en 3D.

C. Diseño de la Cola Vertical y Horizontal (Vertical y Horizontal Tail)

El mismo procedimiento realizado en la sección anterior se hace para el diseño de la cola vertical y horizontal. La cola fue hecha de madera, ya que el tamaño del perfil (figura 6 y 7) lo permitía.

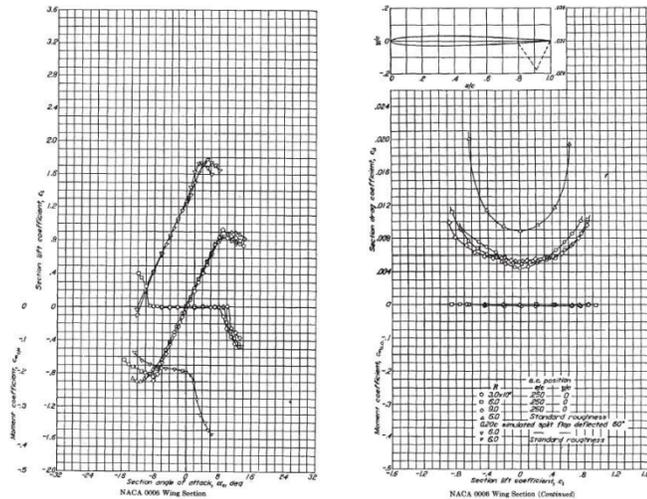


Fig. 6. Características del perfil NACA 0006.

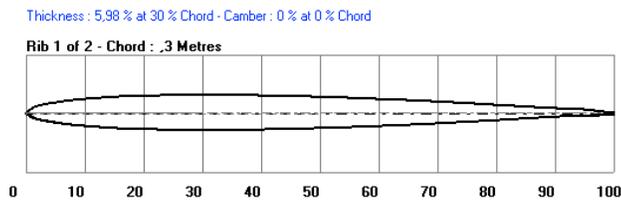


Fig. 7. Perfil NACA 0006.

En las figuras 8 y 9 se pueden observar las dimensiones y características principales de la cola vertical y horizontal.

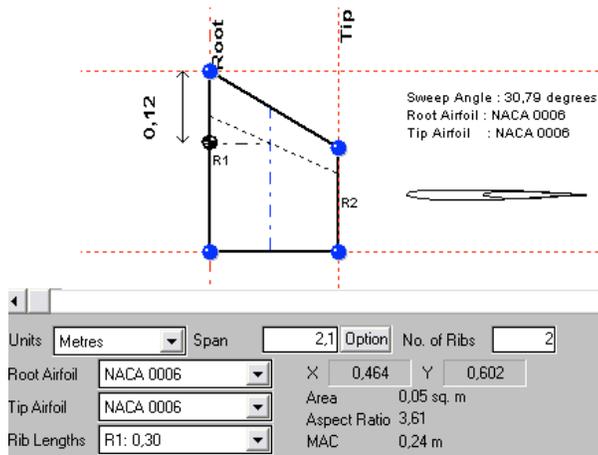


Fig. 8. Diseño de la cola vertical

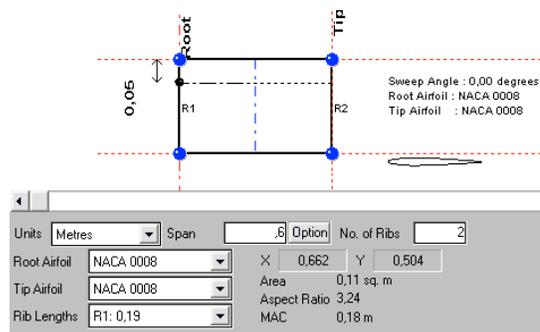


Fig. 9. Diseño de la Cola Horizontal.

III. SIMULACION Y MODELADO DE LOS PARÁMETROS DE DISEÑO DE LA AERONAVE

Una vez diseñada la aeronave hay que modelar y simular su comportamiento; es decir analizar cómo es la sustentación, la resistencia, el empuje, etc., de acuerdo a las condiciones para las cuales estará expuesta.

Hay que hacer énfasis en ésta parte y aclarar que no se realizó ningún modelo matemático para modelar el comportamiento de la aeronave, sólo se utilizaron herramientas computacionales como *Winfoil*, *Matlab*, *Advanced Aircraft Analysis (AAA)* [9], que permiten modelar y simular para mejorar el diseño y observar el comportamiento de la aeronave bajo algunas circunstancias que se explicarán más adelante.

A. Simulación Utilizando AAA

Esta herramienta permite modelar y simular el comportamiento de una aeronave, desde los pesos, pasando por la aerodinámica, propulsión, costos, geometría, etc. Para éste trabajo solo se contempló el módulo de aerodinámica.

El propósito del módulo de aerodinámica es estimar los coeficientes de la superficie de sustentación y el coeficiente de resistencia total del aeroplano para diferentes condiciones de vuelo.

La figura10, muestra cómo es la variación del coeficiente de sustentación a lo largo de la envergadura del ala, iniciando desde la raíz (root) y terminando en la punta (tip), y como en ésta última parte, es mínima la sustentación.

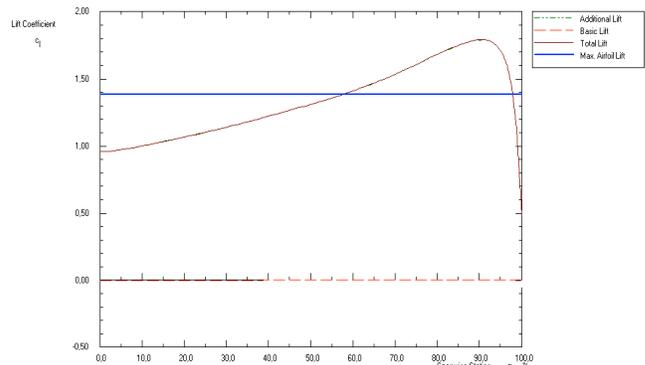


Fig. 10. Distribución de la sustentación sobre el ala.

La figura 11, muestra que a pesar de que la cola vertical genera sustentación, la simulación evidencia que sí existe una mínima cantidad, ya que al realizar un viraje se produce una fricción con el aire, generando sustentación.

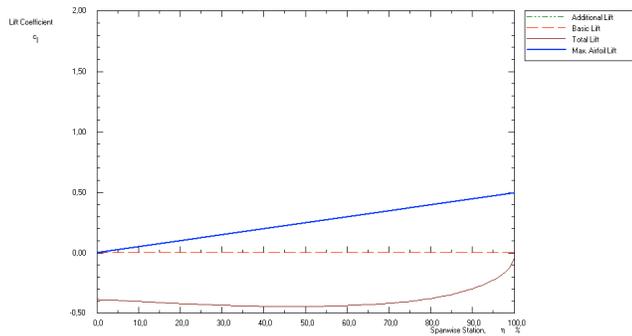


Fig. 11. Distribución de la sustentación sobre la cola vertical.

En la figura 12, se muestra el comportamiento del ala con respecto al coeficiente de resistencia, nuevamente se puede ver que disminuye desde el root (0%) y hacia el tip (100%), esto se debe a que la aeronave a lo largo del ala debe ir disminuyendo su resistencia, para de cierta manera lograr un balance.

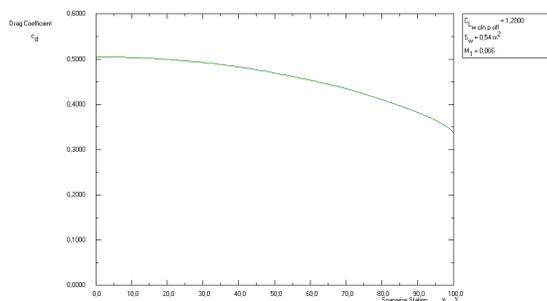


Fig. 12. Distribución de la resistencia sobre el ala.

Se hizo una primera prueba con el objetivo de verificar el estado de la construcción, la calidad de los materiales y realizar los ajustes necesarios. Este vuelo fue exitoso, aunque se presentó un pequeño incidente con la hélice en el momento de aterrizar, que provocó su ruptura. El comportamiento en general de la aeronave fue aceptable y se detectó que estaba un poco pesada de nariz, problema que se solucionó fácilmente ajustando los pesos de algunos de sus componentes sin afectar su centro de gravedad (CG).

Dado que los únicos datos que se obtuvieron del comportamiento en vuelo de la aeronave fueron simulados y el modelado fue con los parámetros de construcción, se plantea como otra etapa del proyecto, el diseño de un sistema electrónico de adquisición que permita obtener datos en tiempo real del comportamiento de la dinámica de la aeronave y un sistema para medir las entradas de control. Con los datos obtenidos se podría estimar un modelo dinámico de la aeronave usando MATLAB o cualquier otra herramienta de regresión.

AGRADECIMIENTOS

Este proyecto fue parcialmente financiado por Efigenia Aerospace Robotics [12]. El autor agradece a Mario Andrés Córdoba, profesor del Departamento de Física de la Universidad del Cauca, quien lo asesoró constantemente en el desarrollo del proyecto, instruyéndolo en los conceptos de diseño de Aeronaves, facilitando algunas de las herramientas computacionales empleadas para la simulación y el modelado; así como para la construcción de la aeronave.

REFERENCIAS

- [1] M. A. Córdoba, "Aeronautical and Avionics Design, Construction and Flight Test of the EFIGENIA EJ-1B Mozart Autonomous Unmanned Aerial Vehicle UAV," 3rd US-European Competition and Workshop on Micro Air Vehicle Systems (MAV07) & European Micro Air Vehicle Conference and Flight Competition (EMAV2007), 17-21 September 2007, Toulouse, France.
- [2] J. P. Alvarado, J. I. García, E. Escobar, A. Barrera y J. L. Ramírez, "Diseño de un Aeromodelo Radiocontrolado para Simulación de Misiones de Vigilancia y Ataque," Revista Educación en Ingeniería. Diciembre de 2009 • N°. 8 • Pp 70-82. Bogotá, Colombia.
- [3] A. Bernal, S. Orrego, "Diseño del Ala para un Vehículo Aéreo No Tripulado." Proyecto de Investigación en Ingeniería Mecánica. Departamento de Ingeniería Mecánica, Universidad EAFIT, Medellín (Colombia), 2007.
- [4] S. Olivera y A. Gauthier, "Sistema de control de un vehículo aéreo autónomo pequeño," Universidad de Los Andes. Junio de 2005. Disponible en Internet: <http://hdl.handle.net/1992/445>. Consultado en febrero de 2011
- [5] A. Abusleme, A. Cipriano y M. Guarini, "Modelling and Simulation of the Radiocontrolled Airplane Kadet Senior," Anales XIV Congreso Chileno de Control Automático. 23-27 de octubre de 2000, Concepción, Chile.
- [6] L. Ceballos, S. Preidikman y J. Massa, "Herramienta computacional para simular el comportamiento aerodinámico de vehículos aéreos no tripulados con una configuración de alas unidas," Mecánica Computacional Vol XXVII, págs. 3169-318. Noviembre de 2008, San Luis, Argentina.
- [7] J. Roskam, "Airplane Design, Vols I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII," DarCorporation and The University of Kansas. 1997.
- [8] M. Hardy, "Aeronautical Design Software for Model Aircraft," Disponible en Internet: <http://www.winfoil.com/>. Consultado en Febrero de 2011.
- [9] DARcorporation, "Advanced Aircraft Analysis (AAA)," Disponible en Internet: <http://www.darcorp.com/Software/AAA/>. Consultado en Febrero de 2011.
- [10] M. Hepperle, "JavaFoil - Analysis of Airfoils," Disponible en Internet: <http://www.mh-aerotoools.de/airfoils/javafoil.htm>. Consultado en febrero de 2011.
- [11] A. I. Carmona, Aeronáutica. Tomo I. Aerodinámica y Actuaciones del Avión. Madrid. 10a Edición, Editorial Paraninfo. 2000. pp. 137-138.
- [12] M. A. Córdoba, "EFIGENIA Aerospace Robotics scientist research in autonomous Unmanned Aerial Vehicles UAV," Disponible en Internet: http://www.efigenia-aerospace.com/us_index.htm. Consultado en octubre de 2011

Fernando Aparicio Urbano Molano: Es Ingeniero Físico de la Universidad del Cauca y candidato a Magister en Ingeniería con énfasis en Electrónica en la Universidad del Valle. Actualmente se desempeña como profesor auxiliar adscrito al departamento de Telemática de la Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones de la Universidad del Cauca. Es coinvestigador de los Grupos de Investigación en Ingeniería Telemática (GIT) y Estudios Ambientales (GEA). E-mail: faurbano@unicauca.edu.co.