

Diseño y Experimentación con Hélices para UAS

Juan Esteban Acuña Zambrano y Kevin Andrés Castañeda Acevedo
Escuela de Aviación del Ejército, Bogotá D. C., Colombia

Jeison Fabian Cruz Sanabria
Escuela de Aviación del Ejército, Bogotá D. C., Colombia
and

Juan Andrés Bermúdez Gómez
Escuela de Aviación del Ejército, Bogotá D. C., Colombia

Resumen

En el presente documento, se describirá el proceso de análisis de una hélice usada de forma comercial para aeronaves no tripuladas. En el proceso se usará la hélice en diferentes pruebas que permitirán conocer variables como el empuje y diferentes coeficientes que permitirán a futuro tener conocimiento suficiente para evaluar la viabilidad de diferentes hélices dependiendo del uso que se les dé.

Nomenclature

T	= Thrust
a	= inflow factor
C_p	= Power coefficient
K_T	= Thrust coefficient
K_Q	= Torque coefficient
η	= Efficiency
dt	= time step
AF	= Activity Factor
P	= P o w e r
J	= Advance Ratio

I. Problema

El presente proyecto tiene como objetivo analizar una hélice y el motor usado para propulsarlo y así generar empuje, a lo largo del curso se buscará aplicar diferentes métodos para obtener coeficientes entre estos métodos estará el uso del software MATLAB para los métodos numéricos de análisis de datos y el método practico en el que se analizará cuanto empuje produce el motor y la hélice, a través de un mecanismo, en túnel de viento que simulará su uso de forma común. Con todo lo anterior se busca tener la capacidad de determinar valores de eficiencia y en un futuro diseñar o adquirir hélices dependiendo de la necesidad y uso de las aeronaves en general.

II. Objetivos

A. Objetivo General

Analizar una hélice y un motor a partir de pruebas en túnel de viento, comprobación con métodos numéricos y análisis en CAD, para la obtención de datos fundamentales de la hélice como medio generador de empuje y el motor como medio propulsor.

B. Objetivos Específicos

- Recopilar información de la hélice y el motor por medio de su ficha técnica.
- Realizar pruebas en túnel de viento.
- Estudiar el diseño de la hélice en software CAD.
- Analizar los resultados en software de MATLAB.

III. Metodología

El proceso sistemático para seleccionar las hélices más adecuadas debe ser llevado a cabo con meticulosidad y atención a cada etapa. Comenzando con la definición clara de los objetivos, se estableció como prioridad encontrar hélices con un diámetro específico que área del disco no sobrepase el 10% de la sección transversal del túnel, lo cual es crucial para mantener condiciones de flujo adecuadas y representativas. Una vez establecidos estos parámetros, se procede a la selección cuidadosa de la hélice más adecuada, considerando factores como el diseño aerodinámico, la eficiencia y la capacidad de carga.

Posteriormente, se llevarán a cabo pruebas exhaustivas en el túnel de viento utilizando un motor brushless, con el fin de recopilar datos precisos sobre el rendimiento de la hélice en diversas condiciones de operación. Estos datos deberán ser sometidos a un análisis detallado utilizando MATLAB, donde se calcularán coeficientes y se llevarán a cabo métodos numéricos para comprender mejor el comportamiento aerodinámico de la hélice. Además, para profundizar en la evaluación de su rendimiento, se realizará un diseño CAD completo de la hélice, permitiendo un análisis computacional exhaustivo que integra variables como la resistencia al aire, la carga dinámica y la distribución de presiones. Este enfoque holístico garantizará no solo la selección óptima de las hélices, sino también su diseño adecuado para las aplicaciones específicas, asegurando un rendimiento superior y una eficiencia óptima en el funcionamiento del sistema en su conjunto.

IV. Resultados

A. Características de la Hélice

La hélice APC 5.1X4.5E, es una hélice que cuenta con un diámetro de 13cm y cuenta con un límite de rango de velocidad de rotación de 29.411 RPM, establecidas por el fabricante. De acuerdo con sus límites de velocidad de rotación, se puede determinar que su empuje se ubica en un intervalo de 0.001N, hasta 23.5N.

B. Características del Motor

El motor eléctrico adecuado para la hélice es el A2212, que presenta un diámetro aproximado de 2.85 cm. Su versatilidad se manifiesta en un amplio rango de velocidades rotacionales, que oscilan entre 8250 y 12020 revoluciones por minuto, y su capacidad de generar un empuje variable, situado entre 520 y 940 gramos de fuerza.

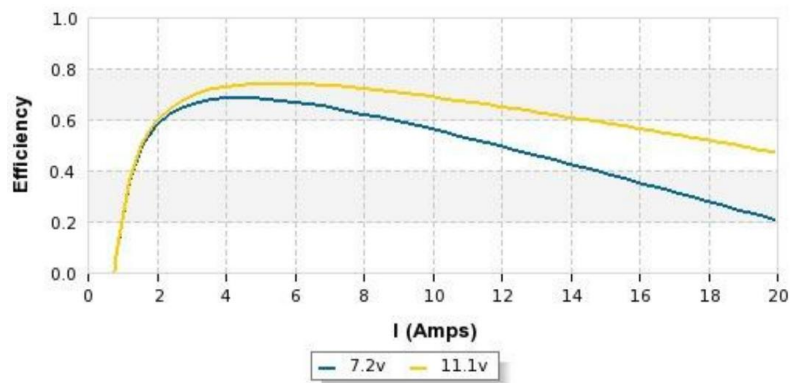


Figura 1. Gráfica de Eficiencia del Motor

C. Normas y Equipos de Seguridad

- Trabajar en un espacio despejado, donde no haya un gran flujo de personas.
- Al momento de manipular objetos cortos pulsantes, hay que hacerlo con mucha firmeza en la mano y no utilizar estos objetos para jugar.
- Todas las herramientas de trabajo deben ser ubicadas en un lugar visible y seguro.
- Las personas que hagan manipulación de las herramientas de trabajo, deben tener experiencia de cómo se debe utilizar.

- Utilizar todos los implementos de seguridad para la construcción del aeroplano, como lo es guantes y gafas de protección.
- Verificar que en el lugar donde se vaya hacer el lanzamiento del aeroplano, no haya cerca redes eléctricas, carreteras, edificaciones y mucha presencia de personas.
- Realizar un chequeo al lugar donde se vaya hacer el lanzamiento, para verificar que no haya ningún riesgo.
- Realizar una lista de chequeo del aeroplano, para verificar el estado de este, antes del lanzamiento.

D. Planos y Diagramas

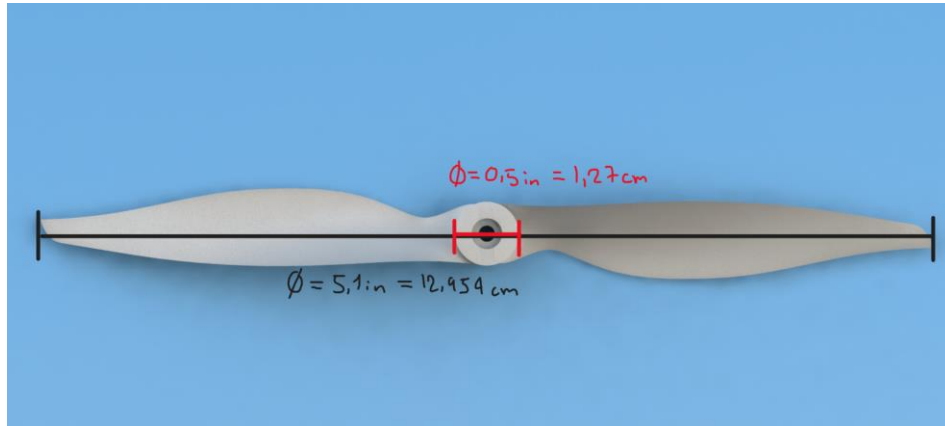


Figura 2. Dimensiones Hélice Vista Superior

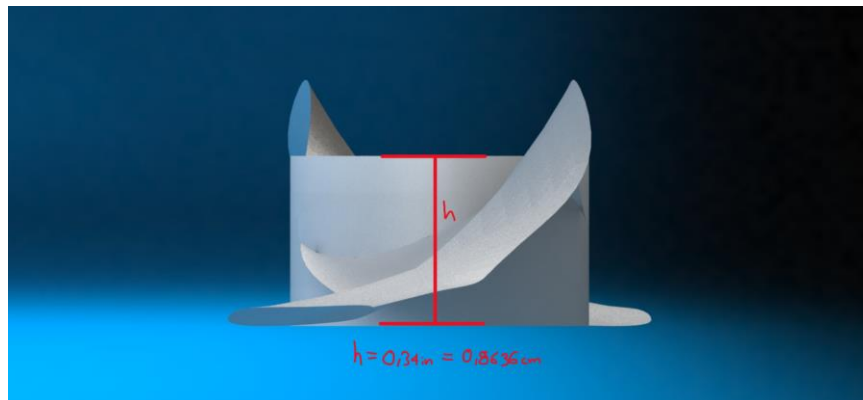


Figura 3. Dimensiones de la Hélice Vista Lateral

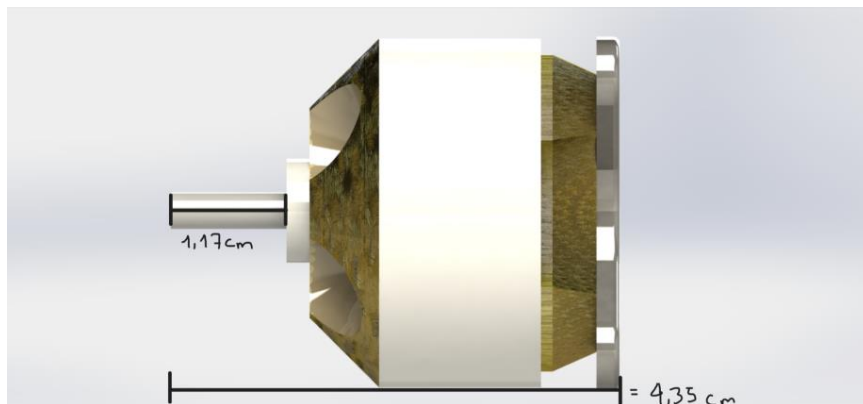


Figura 4. Dimensiones Motor Vista Lateral

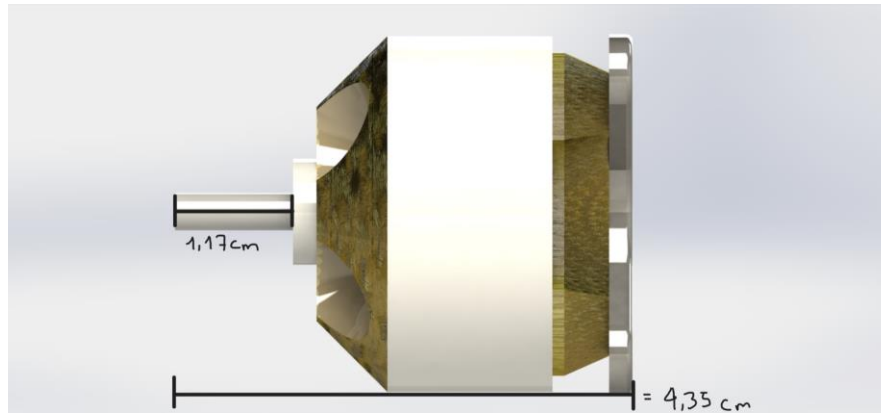


Figura 5. Dimensiones Motor Vista Superior

V. Cronograma

Primer Corte	Febrero			Marzo			Abril			Mayo		
Programa de Metodos Numericos												
Revision Datasheet del Motor												
Revision datasheet de la Helice												
Entrega de Primer Avance												
Segundo Corte												
Diseño de Mecanismo para Tunel de Viento												
Prueba en Tunel de Viento												
Aplicación de Programa de Matlab												
Entrega de Segundo Avance												
Tercer Corte												
Modelo en CAD												
Analisis y Resultados de la Helice												
Analisis de grafica de los resultados												
Entrega Final												

Tabla 1. Cronograma de Desarrollo Proyecto Final

References

"Open Impulse." (s/f). BLDC A2212/13T Datasheet [Hoja de datos]. Recuperado de <https://www.openimpulse.com/blog/wp-content/uploads/wp-content/uploads/downloadables/BLDC-A2212-13T-Datasheet.pdf>

Safety concerns - APC propellers. (2016, 27 diciembre). APC Propellers. <https://www.apcprop.com/technical-information/safety-concerns>