

REESCALADO DE UN ROBOT AÉREO DE ALA BATIENTE PARA VUELOS EN ESPACIOS LIMITADOS

S. Coca, P. Crassous, E. Sanchez-Laulhe, R. Tapia, J.R. Martínez-de Dios, A. Ollero

Introducción

El objetivo de los **ornitópteros GRIFFIN** es volar largas distancias y realizar tareas de inspección y mantenimiento. Nuestros robots de ala batiente han mostrado resultados como:

- ▶ Guiado autónomo [1].
- ▶ Evitación de obstáculos dinámicos [2].
- ▶ Posado en rama (*perching*) [3].
- ▶ Tareas de manipulación [4].
- ▶ Detección visual basada en cámara de eventos [5] [6].

Este trabajo describe el proceso de reescalado del ornitóptero presentado en [7].

- ▶ **Motivación:** Necesidad de una aeronave de menor tamaño para poder volar en espacios limitados, en los que una plataforma de mayor envergadura no podría.
- ▶ **Contribuciones:** Un robot aéreo de ala batiente de pequeña escala presenta i) mayor maniobrabilidad, ii) menor consumo energético y iii) mayor seguridad para las personas.



Descripción de la plataforma

- ▶ Reducción de envergadura de 150 cm a **80 cm**, lo que implica una nueva superficie alar de **0,12 m²**.
- ▶ Uso de carga alar original (**2,4 kg/m²**) para establecer un límite de peso para el prototipo.
- ▶ Restricción de peso tras el escalado: **< 290 g**.

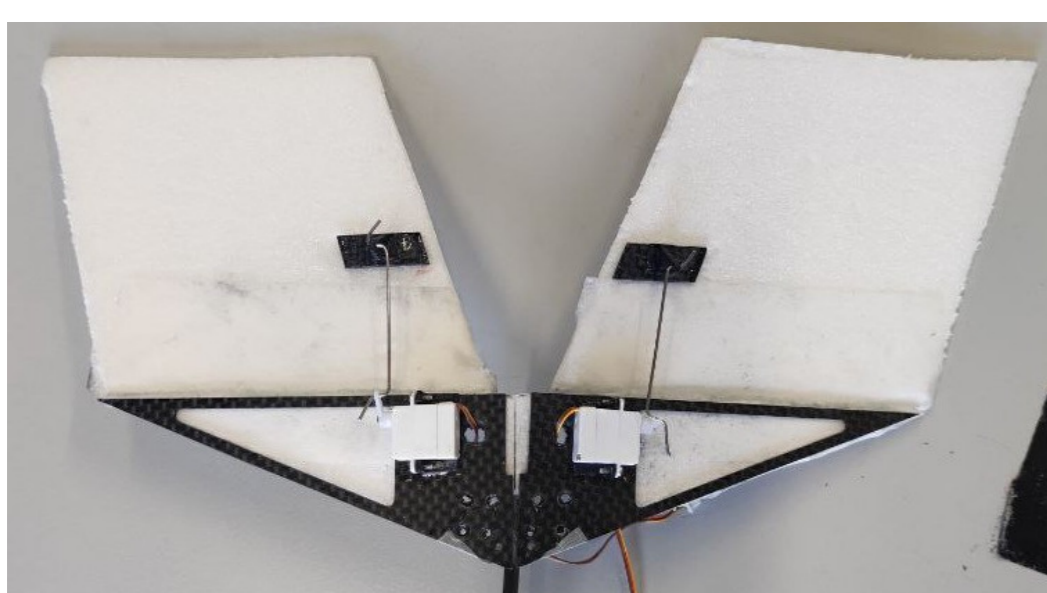
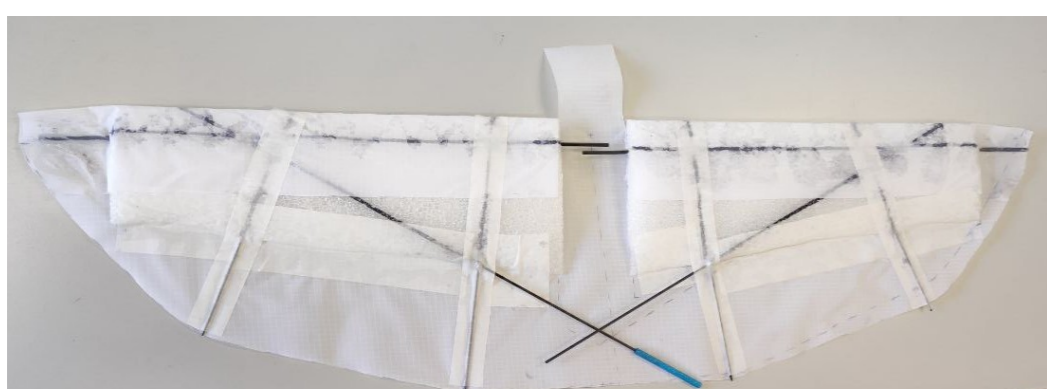
Diseño aerodinámico

Se mantiene la posición relativa del centro de gravedad para no afectar la estabilidad.

- ▶ **Cola:** Único estabilizador horizontal. Dos superficies de control en configuración de elevones.
- ▶ **Ala:** Principal superficie sustentadora. Análisis de perfiles S1210, S1020, **S1221** y S1223 mediante XFLR5 para optimizar rendimiento.

Diseño mecánico

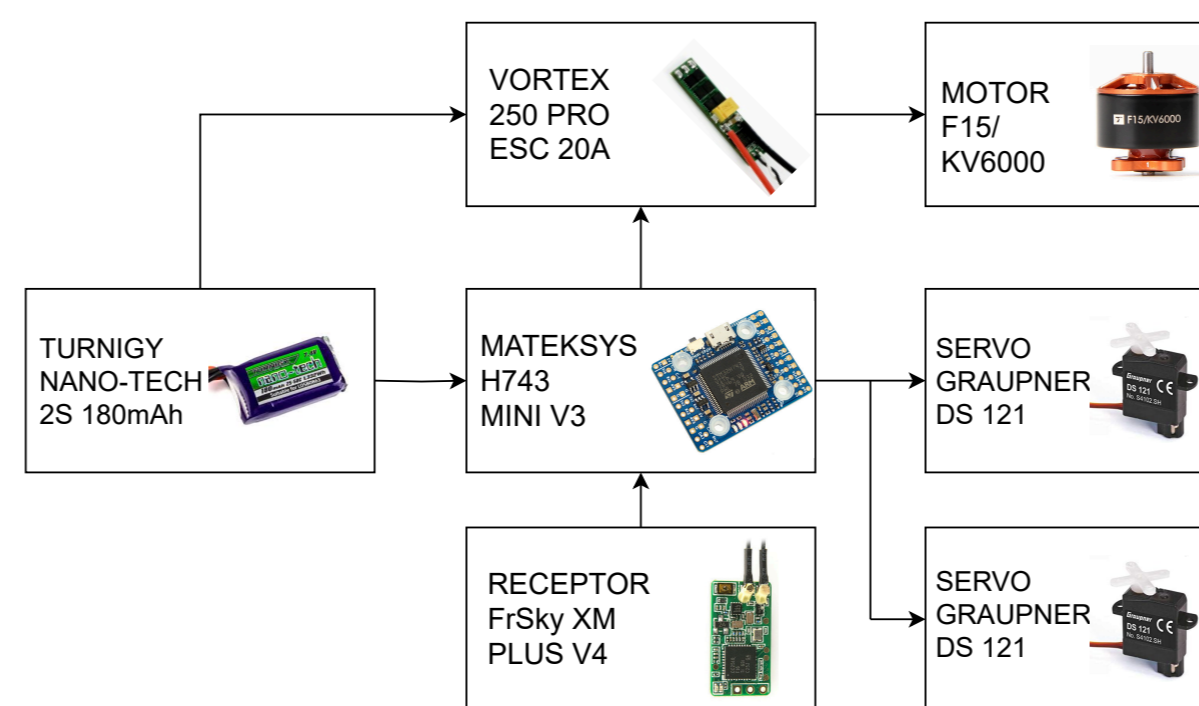
- ▶ **Cuerpo:** Reducción 42:1 sustituida por **35:1**. Uso de transmisión de **plástico y resina** (más ligera) motivado por la reducción de esfuerzos.
- ▶ **Cola:** Cartón pluma reforzado con fibra de carbono. Unión mediante una barra de 12 mm \varnothing sustituida por **4 mm \varnothing** .
- ▶ **Alas:** Fabricación simplificada basada en corcho y varillas de fibra de carbono.



Diseño electrónico

La limitación de peso obliga a reducir el peso de toda la electrónica embarcada.

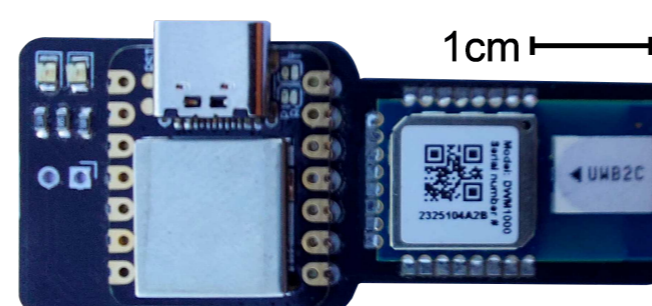
- ▶ Batería 2S de 180 mAh.
- ▶ Ardupilot con ArduPlane 4.



Posicionamiento

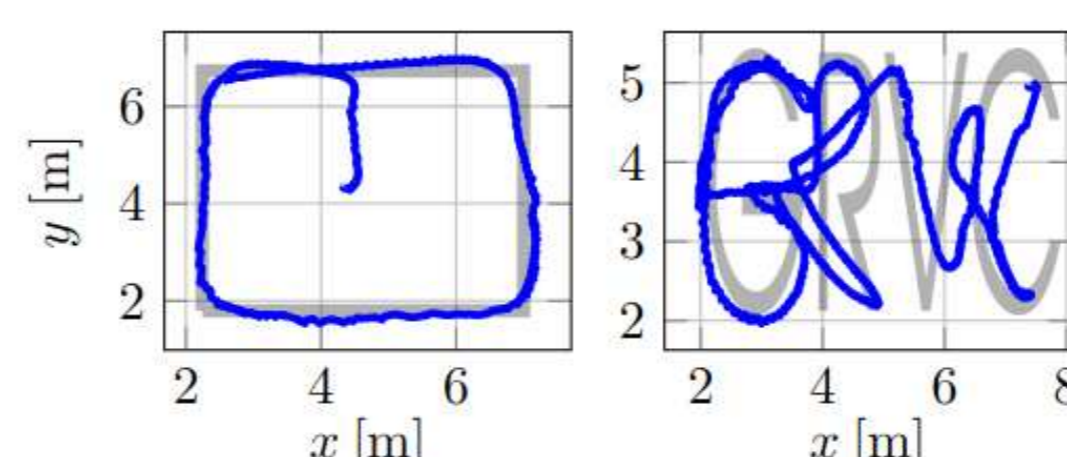
Sistema de localización diseñado para robots de ala batiente de pequeña escala.

- ▶ Sensores UWB *custom* de **5 g**, protocolo de comunicación robusto, localización basada en EKF.
- ▶ Robusto, eficiente y preciso (error medio menor a **0,3 m**).



Range-Only Localization System for Small-Scale Flapping-Wing Robots

R. Tapia et al. – Aceptado, IEEE ICRA@40



Resultados

	Original	Reescalado
Envergadura	150 cm	80 cm
Superficie alar	0,44 m ²	0,12 m ²
Peso	1,07 kg	154 g

Permite volar a velocidades más bajas, **mejorando maniobrabilidad.**

Referencias

- [1] A. Gómez Eguiluz et al., *Why fly blind? Event-based Visual guidance for Ornithopter Robot Flight*, IEEE/RSJ IROS, 2021.
- [2] J. P. Rodríguez-Gómez et al., *Free as a bird: Event-based dynamic sense-and-avoid for ornithopter robot flight*, IEEE RA-L, 2022.
- [3] R. Zufferey et al., *How Ornithopters Can Perch Autonomously on a Branch*, Nature Communications, 2023.
- [4] S. R. Nekoo et al., *A 94.1 g Scissors-type Dual-arm Cooperative Manipulator for Plant Sampling by an Ornithopter using a Vision Detection System*, Robótica, 2023.
- [5] R. Tapia et al., *A Comparison between Frame-based and Event-based Cameras for Flapping-Wing Robot Perception*, IEEE/RSJ IROS, 2024.
- [6] R. Tapia et al., *eFFT: An Event-based Method for the Efficient Computation of Exact Fourier Transforms*, IEEE TPAMI, 2024.
- [7] D. Gayango et al., *Benchmark Evaluation of Hybrid Fixed-Flapping Wing Aerial Robot (...)*, IEEE RA-L, 2024.

Este trabajo ha sido realizado en el marco del proyecto **GRIFFIN** ERC Advanced Grant y del proyecto **SARA** del Ministerio de Ciencia del Gobierno de España. Los autores agradecen el apoyo del Plan Estatal de Investigación Científica y Técnica y de Innovación del **Ministerio de Universidades** del Gobierno de España (FPU19/04692) y de la **Universidad de Málaga**.

grvc.us.es
 @grvc_us
 @GRVCRoboticsLaboratory
 linkedin.com/company/grvcus