

Propulsión UAV con pila de combustible PEM de alta temperatura

Jordi Renau, Universidad CEU Cardenal Herrera

Palabras clave: UAV, propulsión, pila de combustible, PEM.

Metas tecnológicas relacionadas: MT 3.3.1.

El presente proyecto, financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad¹ tiene como objetivo el desarrollo de una pila de combustible ultraligera para propulsar un UAV de pequeño tamaño hasta una elevada altura. Para ello, se cuenta con personal del LIFTEC (Laboratorio de Investigación en Fluidodinámica y Tecnologías de la Combustión), centro mixto del CSIC y la Universidad de Zaragoza, y de la Universidad CEU Cardenal Herrera. Como plataforma de prue-



CEU
Universidad
Cardenal Herrera

bas, se dispone de un UAV diseñado por la empresa alicantina Medavia S.A., actualmente propulsado por un sistema híbrido formado por un motor de combustión interna (MCI) y otro eléctrico y que tiene una envergadura de 3,4 metros con una superficie alar de 0,8 m² y una longitud total de 1,5 m. El actual peso en vacío es de 12 kg, pero podría aligerarse con algunas modificaciones en los materiales.

A elevada altura, el rendimiento de los MCI se reduce rápidamente debido a la disminución de la presión y densidad del aire. Para compensar esta situación sería necesario incorporar motores sobrealimentados (con compresor) lo que conlleva un incre-

mento del peso total del sistema y la potencia requerida que resulta inasumible en UAVs de pequeño tamaño. La solución implica el uso de sistemas de propulsión independientes de las condiciones atmosféricas como una pila de combustible de tipo PEM membrana de intercambio de protones (PEMFC) alimentada con hidrógeno y oxígeno embarcados en la propia aeronave.

Para el cálculo de la potencia necesaria de la pila, se realizó un análisis del problema aerodinámico para las tres fases de vuelo: ascenso, crucero y descenso. Algunos de los resultados obtenidos para la fase de ascenso se muestran en la figura 2. En línea



Fig. 1. UAV de Medavia S.A. en vuelo. (Fuente: Medavia S.A.)

¹ Ref.: ENE2012-38642-C02-01

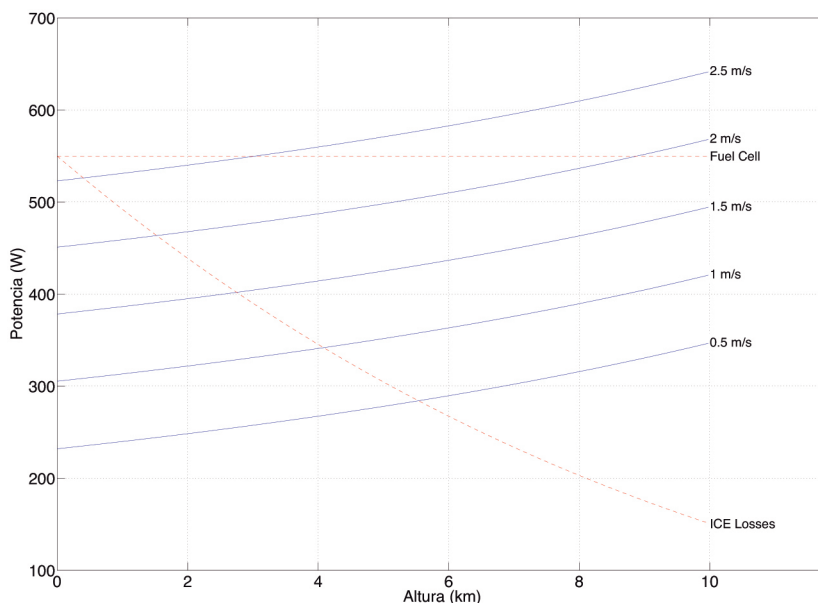


Fig. 2: Curvas de potencia para UAV de 15 kg. (Fuente: Universidad CEU Cardenal Herrera).

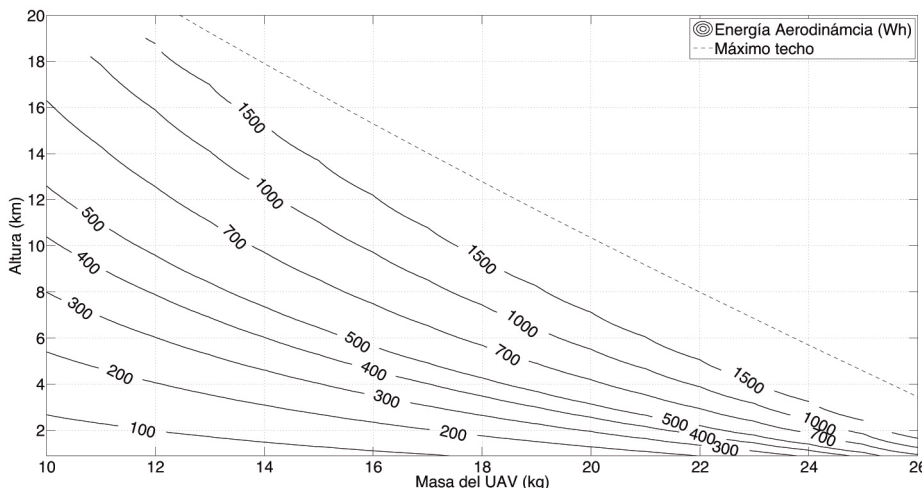


Fig. 3. Limitación de cota en función de la masa. (Fuente: Universidad CEU Cardenal Herrera). Sección Tecnologías Emergentes

continua se representa la potencia demandada para cinco velocidades de ascenso constante diferentes. Las dos líneas discontinuas representan la potencia entregada por la PEMFC (línea horizontal), y por un MCI (curva de tendencia decreciente).

Partiendo del análisis aerodinámico del UAV disponible, en la figura 3 se muestra la limitación de la cota de vuelo en función de la masa total del avión. Como se ve, según la línea de trazos con una potencia nominal de la pila de 550 W (máxima de 700 W) se puede superar la cota de los 10 km para un UAV de 15 kg, así como volar a más de 5 km si la masa es de 20 kg.

Con estos resultados, se propone utilizar una PEMFC de alta temperatura, con una potencia nominal de 550 W,

la cual ha sido diseñada en el LIFTEC. El uso de MEAs (montaje membrana-electrodo) de alta temperatura (160°C) simplifica la gestión del calor generado, así como la eliminación del agua producida ya que se genera en fase vapor. La pila contará con 40 celdas y entregará, en funcionamiento nominal, un voltaje de 22,5 V y una corriente de 24,5 A. Para conseguir una densidad de potencia lo más elevada posible la pila utiliza placas monopolares de aluminio muy delgadas recubiertas con una capa de nitruro de cromo cuya funcionalidad ya ha sido demostrada.

Todo el análisis se ha realizado teniendo en cuenta un rendimiento, en términos de potencia, desde la pila de combustible hasta la hélice de un 57 %. En términos de energía, es decir,

desde la energía química contenida en la botella de hidrógeno hasta la consumida en el vuelo para mantener el desplazamiento (energía aerodinámica) se ha considerado un 23 %. Estos valores, que se consideran muy conservadores, implican una mejora considerable con respecto a los correspondientes a una planta propulsora por motor de combustión, en la que el rendimiento energético a nivel del mar está por debajo del 18%.

Actualmente, se han comenzado los primeros ensayos parciales de la pila de combustible, que será probada de forma total a partir de octubre. La planta de potencia, incluyendo la pila de combustible, será integrada a principios de 2015, esperando que las pruebas de vuelo comiencen en primavera de 2015.