

1 INTRODUCCIÓN

El siguiente documento presenta la memoria del proyecto fin de carrera: diseño de un UAV ligero de propulsión eléctrica para monitorización medioambiental. Se mostrarán los aspectos fundamentales del trabajo realizado para lograr un primer diseño de un UAV con unos objetivos impuestos. Para la realización de dicho proyecto se ha hecho uso de los recursos del centro CATEC, que se dedica a la investigación y el desarrollo de nuevas tecnologías aeroespaciales aplicables sobre todo a aeronaves no tripuladas. En esta introducción se expondrán los objetivos del proyecto, así como un repaso general a las aeronaves no tripuladas. Finalmente, se detallará como está organizado el documento.

1.1 OBJETIVOS

El objetivo de este proyecto es el diseño de un UAV de monitorización medioambiental, destinado a la vigilancia y observación de animales. Para ello, se imponen una serie de requisitos fundamentales de diseño:

- Despegue mediante lanzamiento con la mano (peso entre 4 y 5 kg)
- Sin tren de aterrizaje: aterriza sobre la panza de la estructura
- Autonomía: 60 minutos aproximadamente
- Altura de vuelo: 100 m
- Propulsado con un motor eléctrico
- Carga de pago: entre 500 y 600 g

En el siguiente documento se presenta un estudio detallado de los aspectos más importantes que definen el diseño del UAV en función de los objetivos propuestos. Cabe destacar que la metodología usada proviene de la bibliografía que se indica al final del documento, que proporciona herramientas necesarias para realizar un primer diseño del UAV. Estas herramientas son en ocasiones no muy precisas, de ahí que el diseño que se presenta en este documento no suponga la decisión definitiva sobre la configuración de la aeronave. Una vez terminado el diseño preliminar, esta aeronave se construirá en espuma de poliestireno simulando las cargas con pesos.

En ingeniería, la experiencia es fundamental para desarrollar y optimizar nuevas técnicas. Por ello, el primer paso en la etapa del diseño de este UAV es la búsqueda de aeronaves con características similares para ofrecer una visión global sobre la tendencia existente en la actualidad. Con esto se tendrá una idea orientativa de configuraciones y características para poder empezar a sentar las bases del UAV de diseño.

1.2 UAVs

Un UAV es una aeronave que vuela sin presencia humana a bordo de la misma. El término UAV es un acrónimo del inglés Unmanned Aerial Vehicle, que traducido al castellano significa vehículo aéreo no tripulado. Estas aeronaves suelen estar controladas desde una estación de control en tierra, volando en base a planes de vuelo preprogramados en autopilotos. Los UAVs suelen llevar en su interior cámaras, sensores, equipos de comunicación u otro tipo de carga de pago, según sea la misión que se vaya a desarrollar.

Ya en la Primera Guerra Mundial se produjeron los primeros desarrollos en aeronaves no tripuladas con fines bélicos. En la actualidad, la mayoría de las aplicaciones de este tipo de aeronaves sigue estando destinada a fines militares, tanto de reconocimiento como de ataque. Esto es debido a que el uso de los UAVs militares supone una posibilidad barata y sin riesgos de obtener información del enemigo o realizar ataques. Los UAVs tienen muchas otras utilidades como son aplicaciones civiles de seguridad, vigilancia de incendios, en ambientes de alto riesgo por agentes tóxicos o radioactivos, operaciones logísticas para transportar una cierta carga de pago o misiones de observación e investigación. En los últimos años se está produciendo una tendencia en el sector medioambiental hacia el uso de este tipo de aeronaves para la investigación y protección tanto del terreno como de la fauna que lo habita.

En la actualidad, existe una gran variedad de UAVs en función de formas, tamaños, configuraciones y características que dependen de la misión del mismo. El centro de excelencia JUAS (Joint Unmanned Aircraft Systems), que es una asociación americana que trabaja hacia la estandarización, integración y entrenamiento de los UAVs, propone la clasificación en niveles que se muestra en la Tabla 1:

Categoría	Velocidad (kts)	Peso (lbs)	Altura de vuelo (ft) (Ejemplos)
L0	<250	<2	<1200 BATCAM
L1	<250	2 – 20	<3000 Raven / Pointer
L2	<250	21 – 1320	<18000 Scan Eagle
L3	<250	1321 – 12500	<18000 Hunter / Predator

Categoría	Velocidad (kts)	Peso (lbs)	Altura de vuelo (ft) (Ejemplos)
L4	>250	<12500	<18000 Killer Bee
L5	UNL	>12500	>18000 Global Hawk

Tabla 1: Categorización de UAVs según JUAS

Existe una clasificación comúnmente aceptada de los UAVs atendiendo a su tamaño, como se puede apreciar en la Figura 1:

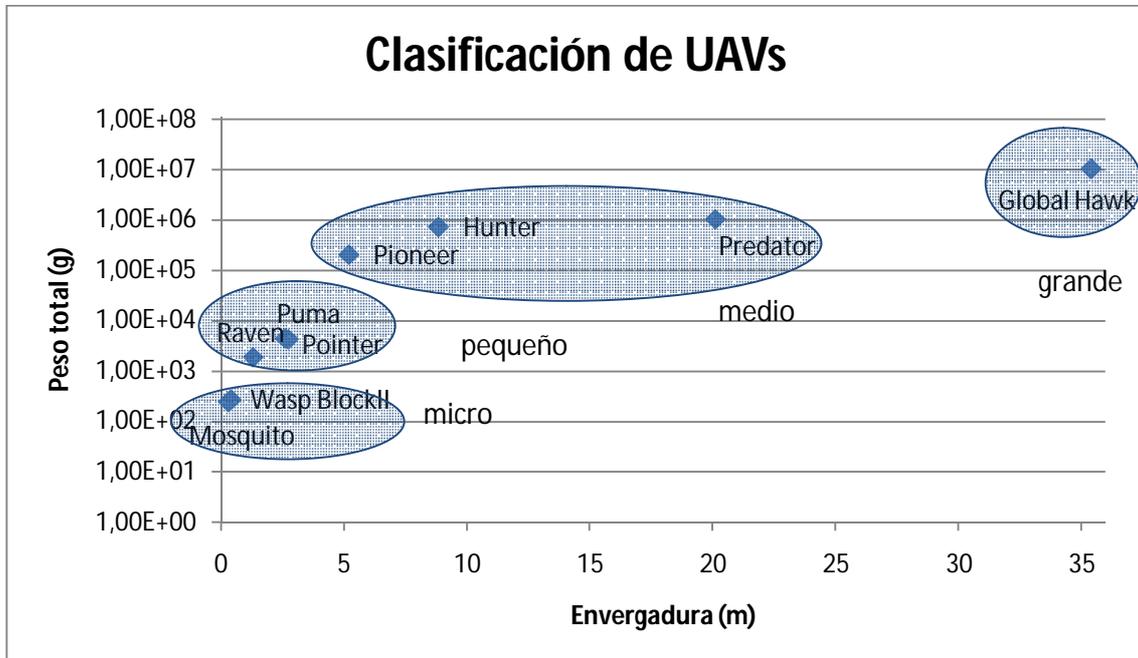


Figura 1: Clasificación de los UAVs atendiendo a su tamaño y envergadura

A continuación se muestran fotografías de estos UAVs:



Figura 2: Mosquito



Figura 3: Wasp Block II



Courtesy of AeroVironment Inc

Figura 4: RQ11 Raven



Figura 5: Puma



Figura 6: FQM 151 Pointer



Figura 7: Pioneer



Figura 8: Hunter



Figura 9: Predator

Se puede apreciar en las anteriores imágenes una gran diversidad de configuraciones, que dependen fundamentalmente de la misión para la que cada uno ha sido diseñado: se observan configuraciones tanto “pusher” como “puller” para los motores, colas de todas clases: en V invertida, convencional, en T, diferentes formas de diseñar el fuselaje y su encastre con el ala, también aparecen alas volantes... Es por ello que la misión del UAV sea un aspecto fundamental a la hora de decidir la configuración general de la aeronave.

1.2.1 UAVs de características similares al de diseño

De la clasificación de la Figura 1 se extrae la inclusión del UAV que se está diseñando dentro de los llamados “pequeños UAVs”. A continuación, en la Tabla 2, se van a presentar algunos ejemplos de UAVs que despegan mediante un lanzamiento a mano, cuyas características son muy similares al que se pretende diseñar; para ofrecer una idea orientativa acerca de datos típicos como peso, envergadura, longitud y autonomía.

Aeronave	Peso máximo al despegue (kg)	Envergadura (m)	Longitud (m)	Autonomía (min)
FQM – 151 Pointer	4.3	2.74	1.83	60
RQ-11 Raven	1.9	1.4	0.9	60-90
Skylark I	5.5	2.4	2.2	90

Aeronave	Peso máximo al despegue (kg)	Envergadura (m)	Longitud (m)	Autonomía (min)
Puma	5.5	2.6	1.8	210
Remoeye 006	6.5	2.72	1.55	90
Bayraktar	5	1.6	1.2	60

Tabla 2: Datos de UAVs de características similares al de diseño

Como conclusión general, se puede extraer una tendencia en cuanto a los siguientes parámetros generales: un peso al despegue entre 4 y 5 kg, una envergadura en torno a los 2 m, una longitud de entre 1 y 2 m aproximadamente y una autonomía bastante variada. Para poder ser lanzado a mano, es necesario que se tenga un peso máximo al despegue no muy elevado, puesto que cuanto más pesada sea la aeronave, menor será la velocidad que es capaz de imprimirle el lanzador, teniendo que ser ésta superior a la velocidad de entrada en pérdida. Es por ello que estas aeronaves suelen tener elevadas envergaduras con grandes superficies alares, con la consecuente baja carga alar que les permite lograr la sustentación necesaria sin necesidad de alcanzar elevadas velocidades en el despegue.

En las siguientes figuras se muestran las fotografías de los UAVs de la Tabla 2 que no han aparecido anteriormente. Se puede comprobar en estas imágenes la gran envergadura de las alas como se ha explicado anteriormente. Además del lanzamiento a mano de estos UAVs, el aterrizaje de los mismos se hace sobre la panza, por lo que se ahorran el peso extra que supone la estructura de un tren de aterrizaje.



Figura 10: Skylark



Figura 11: Bayraktar



Figura 12: Remoeye 006

La mayoría de las anteriores aeronaves tienen aplicaciones militares de reconocimiento y vigilancia remotos. Si se aprecian con detenimiento las imágenes de los UAVs se pueden apreciar como todos presentan un compartimento en el fuselaje a modo de ventana por donde la cámara capta las imágenes. La colocación de la cámara y el compartimento habilitado para ella dependerá también de la misión que el UAV debe realizar, de ahí que se tengan cámaras ubicadas en el interior del fuselaje como en el Remoeye 006 o el Skylark, o colocadas exteriores a la bodega como en el Predator o el Pioneer.

1.3 Organización de la memoria

El diseño de aeronaves consta de varios apartados bien diferenciados pero fuertemente interrelacionados. En primer lugar, se ha realizado una investigación sobre aeronaves similares para ofrecer una visión orientativa de las tendencias existentes en la actualidad. Posteriormente se propondrán una serie de bocetos de posibles configuraciones, las cuales se analizan en función de los requisitos impuestos para finalmente decidir la que mejor se adecúe a la misión. A continuación, se comienza a realizar el diseño de la aeronave en todos sus aspectos: aerodinámica, estructura y procesos de fabricación, estabilidad y control, propulsión y actuaciones. Este es el guion que seguirá el documento, constituyendo cada etapa del diseño un apartado principal del informe.

Cabe destacar que el documento presenta una gran interacción entre los distintos capítulos que lo componen, por lo que constantemente se harán referencias entre los apartados. Esto es análogo a lo que sucede en la industria del diseño de aeronaves, en la que existe una gran interacción entre los distintos departamentos, constituyendo cada decisión de diseño una solución de compromiso entre diferentes posibilidades a las que tendrán que hacer frente los departamentos involucrados. En el proceso de diseño se avanza en los distintos apartados simultáneamente, por lo que el orden del siguiente documento no está acorde con el orden cronológico del desarrollo seguido en el diseño del UAV. Además, el diseño consiste en un proceso iterativo, en el que los parámetros de cada iteración se van modificando con el objetivo de optimizar el diseño final.

