

ESEIAAT

Trabajo de Final de Grado



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH

**Escola Superior d'Enginyeries Industrial,
Aeroespacial i Audiovisual de Terrassa**

Pliego de condiciones:

**Proyecto y diseño de un sistema de guiado para un RPA de servicio
de transporte de mercancías puerta a puerta**

Estudiante: Marta Muñoz Delgado

Grado: Ingeniería en Vehículos Aeroespaciales

Fecha de entrega: 10 de junio de 2019

Dirigido por: Luis Manuel Pérez Llera

Índice

1. Disposiciones generales	3
2. Condiciones administrativas	4
3. Condiciones legales	4
4. Condiciones de materiales y equipos	5
5. Condiciones técnicas	5
6. Condiciones económicas	7

1. Disposiciones generales

El proyecto del sistema de guiado para un RPA de servicio de transporte de mercancías puerta a puerta consiste en la programación de una función de control que sea capaz de llevar al dron hasta unas coordenadas concretas, aterrizar en ellas para hacer entrega de un paquete y, finalmente, volver al lugar desde el cual despegó. También incluye la elección de los sensores y actuadores necesarios para la realización de estas tareas así como el prototipado de la solución. En este caso, el prototipo consiste en la adaptación de un dron ya existente para que cumpla con la normativa y pueda realizar la misión explicada anteriormente.

El prototipo se ha realizado en un dron del proyecto Aldora, que forma parte del grupo de asociaciones de UPC Space Program. Este quadcopter contiene los sensores y actuadores seleccionados descritos en la memoria y la estructura, excepto los cuatro brazos, ha sido impresa con una impresora 3D. Esta opción permite una gran libertad a la hora de distribuir los componentes y se pueden realizar iteraciones en el diseño para mejorar sus prestaciones. En cuanto al tren de aterrizaje, por su resistencia al impacto y su ligero peso se ha optado por la utilización de barras de fibra de carbono.

El desarrollo del proyecto se encuentra explicado y detallado en los documentos pertenecientes a la memoria, los anexos y en los planos. El pliego de condiciones se encarga de recoger las condiciones administrativas, legales, técnicas y económicas que se han seguido a lo largo del proyecto. Es decir, el proyecto se ha realizado siguiendo una serie de normativas y cumple con las condiciones que se especifican a continuación.

2. Condiciones administrativas

El proyecto ha sido desglosado en 5 documentos, en cada uno de ellos se detallan los aspectos claves para poder llevarlo a cabo. A continuación se muestra una lista de estos documentos y se especifica la información que podrá encontrarse en cada uno de ellos.

- Memoria: consta de una introducción, un estado del arte sobre la implementación de los drones en el transporte de mercancías, una explicación de los sensores y actuadores necesarios, la elección de los componentes que formarán parte del prototipo, la construcción del prototipo, la elección de un entorno de programación, la programación de subprogramas y sus respectivas simulaciones, una prueba de vuelo con el prototipo y los resultados del trabajo.
- Anexos: en ellos se encuentra información complementaria de algunos aspectos que se explican en la memoria así como las fichas técnicas de algunos de los componentes que forman parte del quadcopter construido.
- Planos: se incluyen los planos de las piezas impresas en 3D que forman parte de la estructura del prototipo descrito y con el que se han realizado las pruebas de vuelo. En ellos se encuentran las medidas que definen dichas piezas y las vistas necesarias para poder interpretarlas correctamente.
- Pliego de condiciones: es un documento en el que se especifican las condiciones administrativas, legales, técnicas y económicas que se han seguido durante la realización del proyecto. También se especifican algunas de las características del prototipo construido.
- Presupuesto: se realiza un cálculo de los costes que supondría llevar a cabo el proyecto. Se desglosan los materiales que serán necesarios para construir un prototipo funcional, los gastos energéticos de todos los dispositivos utilizados durante la construcción del prototipo y en la ejecución y redacción del proyecto; además de la mano de obra, en este caso, de la ingeniera a cargo del proyecto.

3. Condiciones legales

Durante la realización de este proyecto se ha llevado a cabo una lectura exhaustiva del Real Decreto 1036/2017, que entró en vigor el 29 de Diciembre de 2017 y que regula la utilización civil de las aeronaves pilotadas por control remoto. En el anexo B, se hace un listado de los puntos de la normativa referentes al tipo de quadcopter que va a ser utilizado durante las pruebas de vuelo, es decir, una aeronave de peso máximo 2kg destinada a transportar mercancías.

También se ha realizado un análisis de la normativa vigente, se extraen conclusiones referentes a los dispositivos que deberá incorporar; en que zonas es posible volar y bajo que condiciones debe hacerse; y los requisitos que debe cumplir el personal encargado de pilotar y/o observar la aeronave durante el vuelo. Todos estos puntos aparece en el apartado de análisis de la normativa que se encuentran en la memoria del proyecto.

4. Condiciones de materiales y equipos

En cuanto a los materiales y componentes que se han utilizado para desarrollar el proyecto, deben cumplir con las especificaciones hechas en la memoria y en los planos. Además el anexo F se encuentra las fichas técnicas de los componentes utilizados donde se detallan todas sus características, funciones, conexiones y modos de empleo para poder hacer un buen uso de ellos.

Para poder llevar a cabo este proyecto, además del material especificado en la memoria y en el presupuesto, es necesario disponer de un ordenador con las siguientes características:

- Sistema operativo Linux, ya sea nativo, partición de disco o máquina virtual
- Python 2.7 y/o Python3 (en la memoria se especifican las librerías necesarias)
- Programa de edición de código (Atom, Sublime Text u otro)
- Estación de control QGroundControl
- SolidWorks
- Simulador de vuelo para Ardupilot SITL

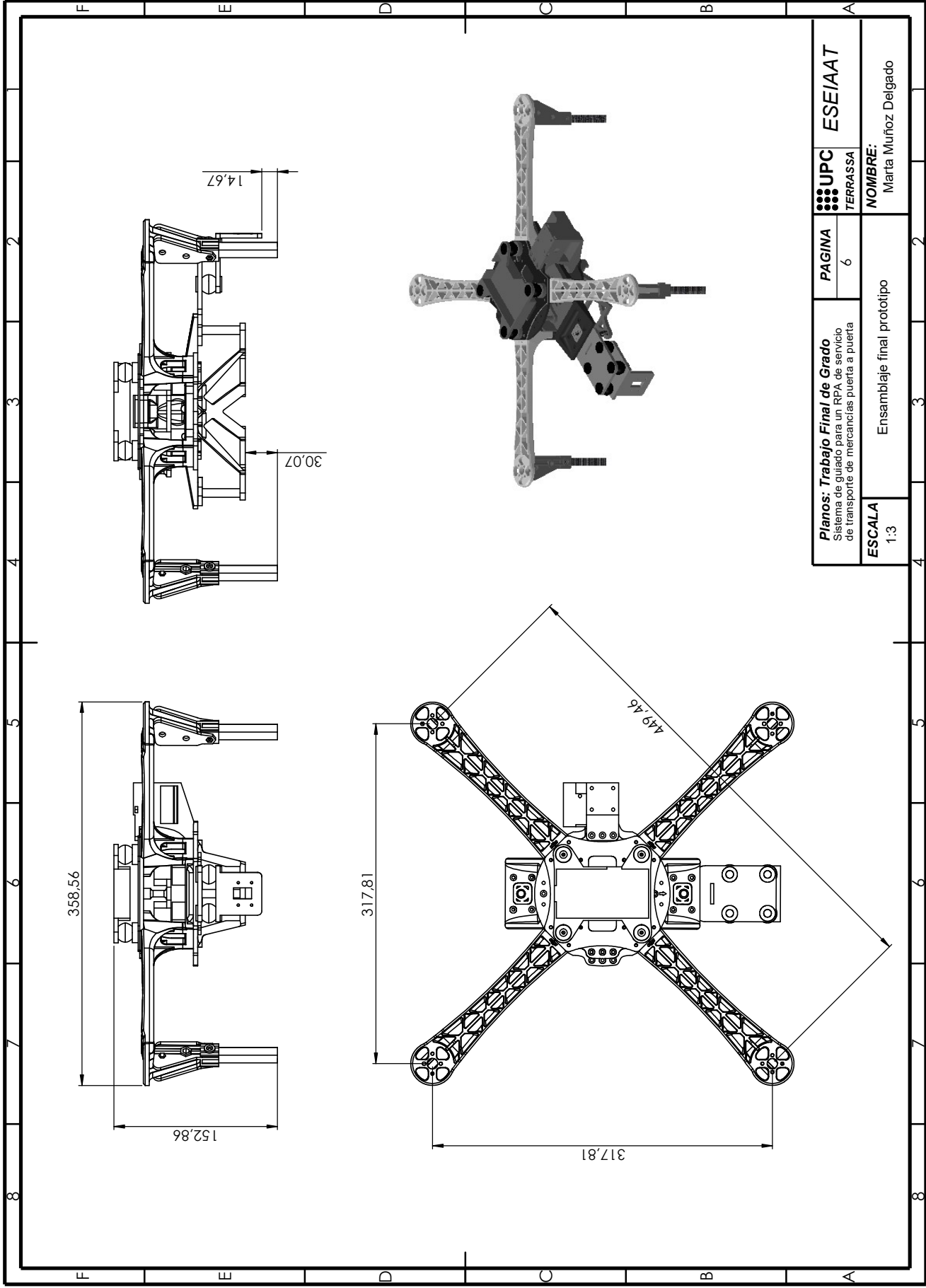
5. Condiciones técnicas

Antes de realizar pruebas de vuelo es necesario hacer una serie de comprobaciones. Con el prototipo ya construido pero sin hélices, es importante comprobar que los motores y reguladores de velocidad funcionan correctamente. Por otro lado, todos los programas realizados deben probarse primero en un simulador para asegurar que no existen problemas en el código y el vehículo se comporta correctamente.

Con los programas cargados a en el ordenador de abordo (Raspberry Pi) se comprueba que es capaz de comunicarse correctamente con la controladora (Pixhawk 2). Esta prueba debe realizarse también sin hélices aunque el programa no sea capaz de ejecutarse.

Durante las pruebas de vuelo siempre debe estar presente una persona con nociones de pilotaje y que sea capaz de recuperar el vehículo en caso de que se decida abortar la misión. Como se ha recalado durante la memoria, la batería solo debe conectarse en el momento en que se vaya a realizar una prueba y los motores solo deben armarse cuando el piloto y los observadores se encuentren a una distancia de seguridad respecto al quadcopter.

En cuanto al prototipo, está diseñado para poder levantar un peso de unos 2 kg. El peso de los componentes y su estructura se encuentra alrededor de 1'5 kg, por tanto, si se le incorporarán unos enganches, podría transportar un paquete con un peso no superior a los 500 gramos en una caja de dimensiones máximas 200 x 200 x 100 milímetros. El tiempo de vuelo, tal y como se ha calculado en el anexo D, se estima alrededor de 1'5 minutos en operaciones de ascenso y 8 minutos en vuelo a punto fijo o desplazamiento. Estas estimaciones están hechas para un peso de 2 kg, si el prototipo no transporta carga los tiempos de vuelo aumentarían. A continuación se muestran las vistas del prototipo finalizado incluyendo sus medidas externas.



UPC
TERRASSA

ESEIAAT

PAGINA
6

Planos: Trabajo Final de Grado
Sistema de guiado para un RPA de servicio de transporte de mercancías puerta a puerta

NOMBRE:
Marta Muñoz Delgado

Ensamblaje final prototipo

ESCALA
1:3

6. Condiciones económicas

En el presupuesto se han detallado los costes de realización de este proyecto en tres bloques. El primero consisten la adquisición de todos los materiales necesarios para la construcción del quadcopter que aparece descrito en la memoria (los sensores y actuadores elegidos, los elementos de unión y los necesarios para la construcción de la estructura o chasis). El segundo bloque es el referente a los gastos energéticos que causados durante el proyecto (se incluye la iluminación y el consumo de todos los dispositivos utilizados a lo largo de todo el proceso). Y, por último, la mano de obra o en este caso los honorarios de la ingeniera que ha llevado a cabo el proyecto.

El presupuesto final consiste en la suma de estos tres bloques. Además, el coste final de la realización del proyecto aparece tanto en la memoria (en la parte de resultados) como en el propio presupuesto. En el valor obtenido ya ha sido incluido el 21 % de IVA aplicable a todos los materiales utilizados y al consumo energético generado por los dispositivos empleados.