

# TFG-Teleco

pedro.arias

December 2019

## **Resumen**

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.



# Capítulo 1

## Introducción

### 1.1. Contexto

Robotica

Robotica aerea -¿drones-¿ala fija / ala rotatoria

Estaciones tierra

Aplicaciones

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

### 1.2. Problema y motivación

Este trabajo se centra en el diseño e implementación del primer prototipo de un software tipo *estación de tierra* que permita la operación automática remota de un Vehículo Aéreo no Tripulado (UAV, *Unmanned Aerial Vehicles*), a los que me dirigiré comúnmente como *drones* a lo largo de esta memoria.

Esta oportunidad surge de la colaboración entre la empresa madrileña CONYCA S.L. [4] y el grupo de investigación de robótica (@RoboticsLabURJC [2]) de la Universidad Rey Juan Carlos (URJC), con el proyecto *ROSPilot, software para operación y navegación de un UAV*, en la cual he tenido la suerte de ser invitado a colaborar.

Profundizando en la estación terrestre requerida, se busca automatizar procesos tediosos relacionados con labores de cartografía y toma de fotografía aérea. En este tipo de misiones es común utilizar drones de ala fija (tipo *Geodrone Mapper* [3], ver figura 1.1), lo cual agranda aún más el desafío propuesto.

En las siguientes secciones se describirá más en detalle el problema y como se afronta la solución del mismo.



Figura 1.1: Geodrone Mapper, propiedad de CONYCA S.L., utilizado en misiones de cartografía y fotografía aérea.

### 1.3. Objetivos

Tras describir el problema a resolver en la sección anterior (Sección 1.2), en esta sección se quiere aclarar cuales son los objetivos perseguidos desde el inicio del proyecto. El objetivo principal es proporcionar una solución software que permita la operación automática remota a drones de ala fija. En concreto, la aplicación desarrollada será denominada como *UAVCommander* y parte del trabajo previo desarrollado por José Antonio Fernández Casillas en su proyecto fin de carrera *Navegación por posición para un avión autónomo con JdeRobot* [1].

En el proyecto acordado con la empresa se describen una serie de funcionalidades o requisitos que debe incluir la aplicación, los cuales se consideran objetivos secundarios:

- **Caracterización de la aeronave y carga de pago.** El usuario podrá configurar datos operativos de la aeronave y datos de la carga de pago, que consiste en una cámara con la que se tomarán las fotografías para realizar la cartografía.
- **Creación de misiones de vuelo automático.** El usuario podrá crear misiones de tipo multilínea como sucesión de puntos de paso (*waypoints*) o misiones de tipo superficie en las que la herramienta ha de planificar la trayectoria de barrido para cubrir toda la superficie. Para ambas misiones la referencia en la altitud podrá ser fija respecto al punto de despegue o variable según los diferentes puntos de paso.
- **Comprobación de pre-vuelo.** El usuario dispondrá de una lista de comprobaciones de seguridad previas al vuelo, entre las que se encuentran la calibración del tubo de Pitot, el estado de las baterías, etc.
- **Seguimiento del vuelo.** El usuario podrá visualizar la posición de la aeronave en todo momento acompañado de datos de telemetría y/o batería entre otros.
- **Análisis de datos post-vuelo.** El usuario podrá observar, descargar o eliminar los datos del log generado por el autopiloto de la aeronave.

## 1.4. Estructura de la memoria

En esta sección se describe la estructura de la memoria, se introducen los diferentes capítulos y los temas que se tratarán en cada uno de los mismos.

En primer lugar se encuentra un capítulo introductorio (Capítulo 1), en el cual se halla el lector al leer estas líneas, y que se concibe como una serie de aclaraciones previas y necesarias para el correcto entendimiento del trabajo en su conjunto. Incluye un contexto histórico de la robótica, la robótica aérea y las estaciones de tierra y sus aplicaciones, que establecen el marco en el que se sitúa este trabajo (Sección 1.1). A continuación incluye, el problema abordado en este trabajo y la motivación del mismo (Secc. 1.2), es decir, ¿qué se trata de resolver con este trabajo?, y ¿por qué surge la necesidad del mismo?. En la Sección 1.3 se incluyen los objetivos principales y secundarios que ha de cumplir la solución desarrollada. Por último, se encuentra la sección actual (Secc. 1.4) que muestra una visión global de lo que se presenta en esta memoria.

En segundo lugar, en el Capítulo 2 se detalla la infraestructura utilizada en la aplicación propuesta como solución al problema. Este capítulo recoge en diferentes secciones cada uno de los elementos que entran en juego. Por un lado, en la Sección 2.1 se explica el lado tierra y su composición. Por otro lado, en la Sección 2.2 se detalla el lado aire y sus componentes. Finalmente, en la Sección 2.3 se centra en el protocolo de comunicaciones entre ambos lados, tierra y aire.

En tercer lugar, en el Capítulo 3 se desarrolla el diseño y la implementación de la solución del problema. En una primera sección (Secc. 3.1) se explica detalladamente el diseño elegido y se explican también varias decisiones relevantes a la hora de seleccionar el diseño. En las secciones sucesivas (Secs. 3.2) se describen la implementación de cada uno de los bloques de código identificados.

En el Capítulo 4, se presentan una serie de casos de uso que tratan de ejemplificar una posible situación real. Las diferentes secciones del capítulo corresponden cada una a un caso de estudio diferente. Los casos de uso que recoge esta memoria son XXXX.

Finalmente, en el Capítulo 5 se recogen las conclusiones extraídas con la finalización del trabajo y se evalúan los distintos objetivos iniciales propuestos (Secc. 5.1). A mayores, se exponen una serie de posibles vías de desarrollo futuro y de mejoras para la aplicación (Secc. 5.2).



# Capítulo 2

## Infraestructura

### 2.1. Lado Tierra

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

### 2.2. Lado Aire

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

### 2.3. Protocolo de comunicaciones

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est,

iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.



## Capítulo 3

# Estación de Tierra, diseño e implementación

### 3.1. Diseño

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

### 3.2. Implementación

Sección temporal -¡Bloques de software



# Capítulo 4

## Resultados

### 4.1. Caso de estudio 1: Lorem ipsum...

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

### 4.2. Caso de estudio 2: Lorem ipsum...

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.



# Capítulo 5

## Conclusiones y líneas futuras

### 5.1. Conclusiones

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

### 5.2. Líneas futuras

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.



# Bibliografía

- [1] José Antonio Fernández Casillas. Navegación por posición para un avión autónomo con jderobot. <https://github.com/RoboticsLabURJC/2014-pfc-JoseAntonio-Fernandez>. Último acceso: 24-01-2020.
- [2] Grupo de robótica de la URJC. Twitter @roboticslaburjc. <https://twitter.com/RoboticsLabURJC?lang=es>. Último acceso: 24-01-2020.
- [3] Geodrone. Geodrone mapper. <http://geodrone.es/>. Último acceso: 24-01-2020.
- [4] Conyca S.L. Web. <http://www.conyca.es/>. Último acceso: 24-01-2020.