

PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN 2016

MEMORIA DEL PROYECTO Nº XX

1. DATOS DEL PROYECTO

Título: Estudio y desarrollo de aplicaciones de RPA's en tareas de montaje y monitorización remota

Investigador/a responsable (perteneciente al IUTA): Juan Jose del Coz Diaz

Tfno: 982182042

E-mail:juanjo@constru.uniovi.es

Otros investigadores: Miguel Angel Gonzalez Muñoz

Empresas o instituciones colaboradoras.

FalconAir Academy. Es una empresa del sector aeronáutico ubicada en Gijón, especializados en formación y Trabajos aéreos con drones, somos escuela autorizada por AESA (Agencia Estatal de Seguridad Aérea) para la formación de TCP (Tripulante de Cabina de Pasajeros) "azafatas de vuelo" y formamos Pilotos de Drones (RPAS). Nuestro interés en el proyecto se centra en la utilización de estos dispositivos como parte de nuestra estrategia de servicios, dado que somos operador autorizado por AESA para la realización de Trabajos Aéreos con drones (Fotografía, filmaciones, topografía, búsqueda y salvamento, así como inspección industrial).

AST Ingeniería. Es una empresa de ingeniería ubicada en el Parque Científico y Tecnológico de Gijón, que desarrolla su actividad en el ámbito de la simulación y ensayo para desarrollo de nuevos productos y servicios. La colaboración con el presente proyecto se centrará en el asesoramiento y apoyo en las tareas de implementación de dispositivos en el RPA, que podrán ser tenidos en este proyecto como punto de partida para aplicaciones en la actividad desarrollada por la empresa en el campo de la monitorización industrial.

EDP Energía. EDP es uno de los principales grupos eléctricos de Europa y se convirtió en la primera compañía ibérica en tener servicios de generación y distribución significativos a ambos lados de la frontera. La empresa tiene presencia en toda Asturias, al haber absorbido a Hidroeléctrica del Cantábrico. Las actividades del Grupo EDP se centran en la generación y distribución de energía eléctrica, así como en las telecomunicaciones y en el área de las tecnologías de la información. El interés de la empresa en el proyecto se centra en la utilización de estos dispositivos como parte de su estrategia de Innovación, con posibles usos de los mismos en diferentes tareas de construcción, montaje y mantenimiento de sus extensas instalaciones

2. MEMORIA DESCRIPTIVA DEL PROYECTO

2.1 Resumen ejecutivo

Los drones o RPA's son unos dispositivos que han sufrido una gran evolución en estos últimos años, como consecuencia de la miniaturización de componentes y la gran evolución de la informática.

Un drone, RPA o UAV (Unmanned Aircraft Vehicle) es una aeronave que vuela sin tripulación, reutilizable, capaz de mantener un nivel de vuelo controlado y sostenido, y propulsado por motores eléctricos generalmente.

Hay una amplia variedad de formas, tamaños, configuraciones y características en el diseño de los RPAs. Históricamente eran simplemente aviones pilotados remotamente o radiocontrolados (Aeronaves R/C) pero cada vez más se está empleando el control autónomo de los mismos, incorporando sistemas que les permite operar sin intervención humana alguna durante parte del vuelo, es decir, pueden despegar, volar y aterrizar automáticamente.

Los Drones también son utilizados cada vez más en aplicaciones civiles, tales como en labores de lucha contra incendios o seguridad civil, en labores de vigilancia y de mantenimiento industrial. En este sentido, los vehículos aéreos no tripulados suelen utilizarse en aplicaciones peligrosas o rutinarias para otros tipos de aviones o helicópteros.

En este proyecto pretendemos implementar en un dron de tamaño mediano una aplicación industrial de apoyo a labores de montaje en altura consistentes en el despliegue de un cable de nailon y su encaje en un dispositivo que permita el izado posterior de un cable eléctrico, todo ello mediante software de control de remoto de misión mediante una operación de tipo BVLOS o vuelo fuera del alcance de visión del piloto.

Para poder llevarlo a cabo, se utilizará la parcela número 16 del Campus de Viesques, que cuenta con la autorización de la Federación Aeronáutica del Principado de Asturias y la Universidad de Oviedo para la operación con estos dispositivos, según acuerdo adjunto firmado el día 5 de Octubre del 2015.

En definitiva, el proyecto persigue como objetivo principal el uso de drones como un sistema de apoyo a labores de montaje utilizando herramientas de planificación de misiones de forma remota.

En cuanto a la metodología, el trabajo se basará en una plataforma de un quadricóptero denominado Reptil 500 Alien, que incluye un autopiloto ARDUPILOT modelo APM2.6, con un regulador de vuelo de 6 ejes, incluyendo brújula, altímetro y GPS. El conjunto estará accionado mediante cuatro motores del tipo 2212 920kv con variadores de frecuencia 30A Simonk ESC. Asimismo se dispondrá una cámara, leds de control y los equipos de telemetría necesarios para coordinar la misión a planificar.



El grupo de investigación GICONSIME es colaborador activo del IUTA desde hace años, con la participación en múltiples proyectos que van desde la convocatoria 2009 hasta 2014, divulgando en diferentes ámbitos (publicaciones, charlas, conferencias, etc) todas y cada una de las actuaciones que han sido financiadas. En esta línea, el plan de divulgación de este proyecto no solo mantiene el compromiso del grupo con el IUTA, sino que además se ve potenciado por la presentación de estas actuaciones en las Jornadas de Drones. En resumen, el plan de divulgación contempla:

1. La presentación de los resultados totales o parciales en las Jornadas de presentación de proyectos del IUTA
2. La presentación de resultados en las Jornadas de Drones
3. La presentación de resultados en las empresas implicadas en el proyecto
4. Otras presentaciones en revistas o congresos científicos

2.2 Objetivos iniciales del proyecto y grado de consecución

Como resultados esperables del proyecto se esperan:

1. Un sistema de RPA flexible y totalmente configurable, que nos permita ampliar en el futuro con más opciones
2. Un sistema de planificación de misiones eficiente y probado en un caso real de montaje de un cable en un entorno controlado, cuya metodología puede extenderse a un ámbito real de actuación.
3. Una plataforma de gestión de misiones en BVLOS (vuelo mas allá del campo de visión) que permita la operación en remoto para un RPA en condiciones controladas.

Se espera que el proyecto, sumado a las inversiones del Grupo de Investigación GICONSIME y a las labores de formación y divulgación englobadas en las “Segundas Jornadas de Drones

EPI Gijón”, puedan constituir una base de experimentación que puede ser utilizado en nuevos proyectos e investigaciones, en las que las empresas participantes se encuentran muy interesadas, tal y como se puede ver en las cartas de apoyo.

Por otra parte, con la filosofía de participación y divulgación de las Jornadas de Drones a los estudiantes, creemos que puede convertirse en un espacio para los emprendedores, puesto que los alumnos participantes en las jornadas pueden ver claramente la aplicación práctica de estos dispositivos en el ámbito del montaje industrial.

Los objetivos generales de este proyecto son la utilización de un dron o RPA en tareas de montaje y monitorización remotas.

Para alcanzar dicho objetivo general, se abordarán los siguientes objetivos específicos:

1. Diseño y montaje de un quadricóptero modelo Reptil 500 Alien, con autopiloto ARDUPILOT modelo APM2.6, regulador de vuelo de 6 ejes, incluyendo brújula, altímetro y GPS, accionado mediante cuatro motores del tipo 2212 920kv con variadores de frecuencia 30A Simonk ESC.
2. Desarrollo de un protocolo de control remoto a una estación terrestre en las cercanías de la misión a planificar.
3. Programación de la misión del dron y verificación de la misma antes de ser cargada en el Dron
4. Prueba real de la misión en remoto con el Dron en vacío
5. Prueba real de la misión y el montaje de cable en ubicación precisa en altura mediante el Dron.

2.3 Tareas realizadas

1. Adquisición y compra de equipos

El IP del proyecto ha adquirido a través de diferentes páginas web especializadas los componentes del dron, específicamente:

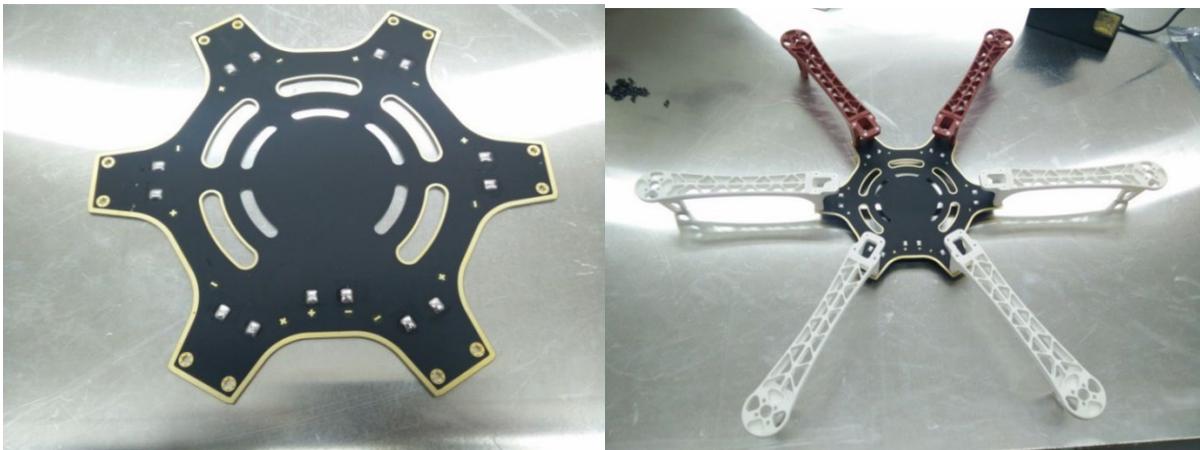
1. Programador Bootloader para la reprogramación de la IMU (12,74€) adquirido en Amazon
2. Un chasis DJI F-550 (55€) a la empresa RCInnovation
3. Una radio profesional FrSky Taranis X9D PLUS XBR Combo (255€) a la empresa RCInnovation
4. Seis motores AIR GEAR 350 set (109€) a la empresa RCInnovation
5. Un Matek Mini Power Hub Power Distribution Board With BEC 5V And 12V For FPV Multicopter (5,6€) a la empresa Banggood
6. Un Eachine TS832 Boscam FPV 5.8G 32CH 600mW 7.4-16V Wireless AV Transmitter (118€) a la empresa Banggood
7. Cuatro cámaras DAL 700TVL FPV HD 1/4" CMOS Camera Module Wide Angle [Mode: NTSC] (136,20€) a la empresa Banggood
8. Un MG995 High Torque Metal Gear Analog Servo (50,11€) a la empresa Banggood
9. Seis Baterías Multistar High Capacity 4S 5200mAh Multi-Rotor Lipo Pack (125,94€+13€ envío) a la empresa Hobbyking
10. Una PX4 Pixhawk Lite V2.4.6 32bit Open Source Flight Controller Combo with NEO-M8N GPS PPM PM [Model: 433Mhz] (316,47€) a la empresa Banggood
11. Un gimbal Turnigy™ Mobius 2 Axis Gimbal with AX2206 Motors W/O Controller (21€) a la empresa Hobbyking.
12. Ocho pares de hélices DJI con cono (67,75€) a la empresa RCInnovations
13. Tres DC12V 1/3 960H CCD 700TVL 2.8mm Lens Wide Angle Camera for FPV QAV250 [Mode: PAL] (148,66€) a la empresa Banggood.

Asimismo, para el montaje inicial, y dado que la beca tardó bastante tiempo en tramitarse, se gestionó una beca con cargo al proyecto de investigación FUIO-EM-148-11, titulado "Desarrollo de un nuevo sistema y método de empuje de puentes" para que el becario, Daniel Martín Santos pudiera comenzar las labores de diseño y montaje.

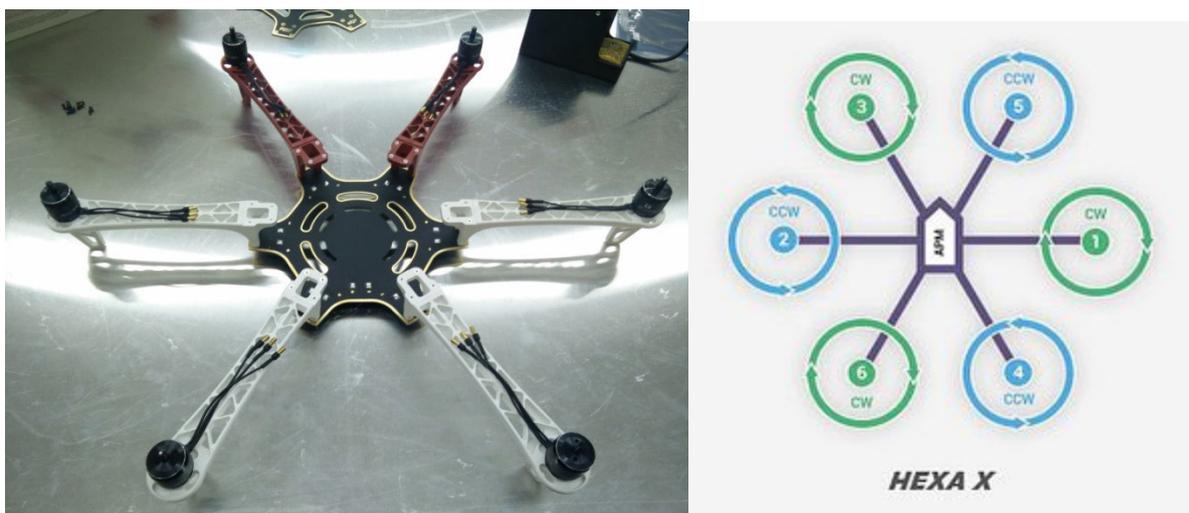
2. Diseño y construcción del RPA

Sobre la base del dron DJI F-550 se llevaron a cabo las siguientes tareas:

En primer lugar se comenzó soldando una pequeña cantidad de estaño en cada una de las partes positivas y negativas de la PDB (power distribution board) integrada en la placa inferior del chasis F550:

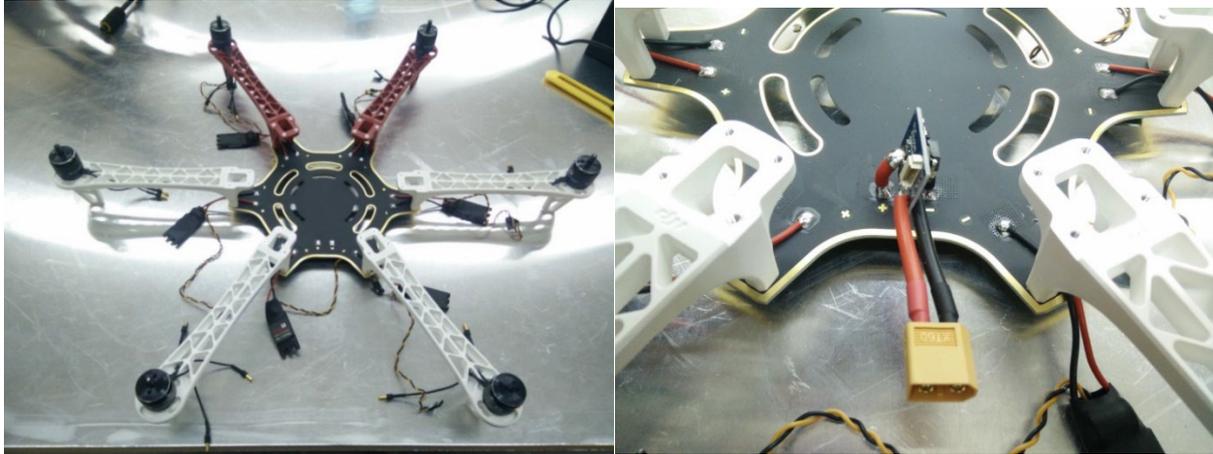


A continuación, se atornillaron los 6 brazos del chasis teniendo en cuenta que los brazos rojos quedarán en la parte frontal del multirrotores:



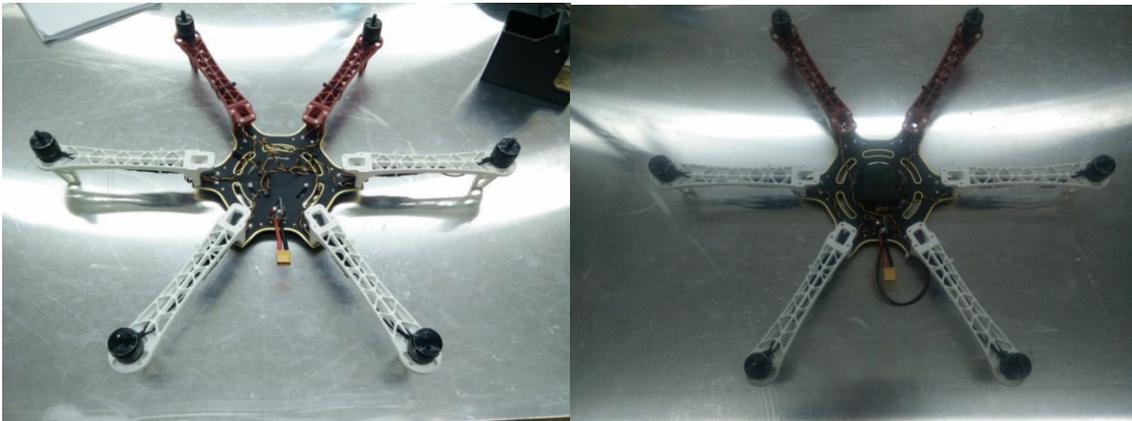
El siguiente paso fue colocar los motores en cada uno de los brazos, siguiendo el esquema específico para multirrotores de 6 brazos para controladoras de vuelo Ardupilot, por lo que hubo que tener en cuenta el sentido de giro de los motores a la hora de fijarlos a los brazos del RPA.

Una vez colocados los motores se colocaron los variadores de frecuencia soldando cada uno de sus terminales a la PDB de la placa:

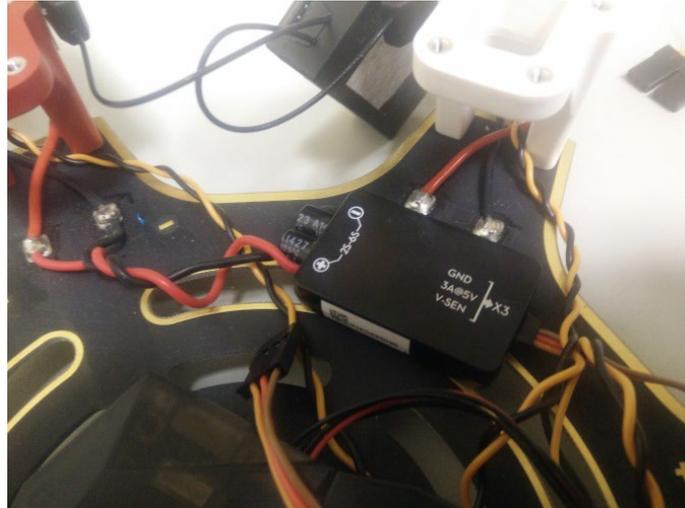


Después se soldó el Power Module con un conector XT60 a la placa de distribución:

A continuación, se procedió a sujetar los variadores de frecuencia por debajo de cada brazo mediante una brida, quedando del siguiente modo:



El siguiente paso fue colocar en el centro geométrico del chasis varias capas de cinta de doble cara acolchada para pegar la controladora de vuelo Pixhawk. La razón por la cual se colocó cinta de doble cara acolchada fue para reducir las vibraciones que puedan llegar a la controladora de vuelo, ya que perjudicarían el correcto funcionamiento del dron.

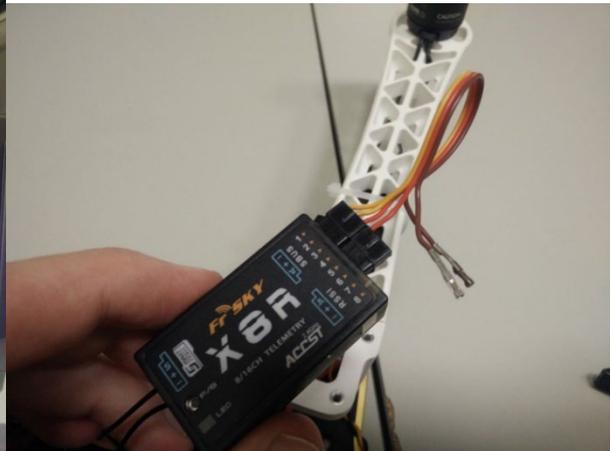
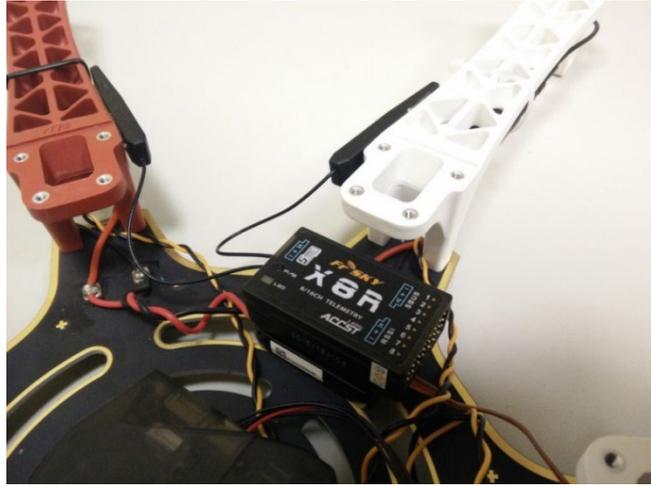


A continuación, se soldó un BEC a la placa de distribución para alimentar el receptor de la emisora. El BEC reduce la tensión de alimentación a 5 V por lo que se asegura que el receptor no sea alimentado a más voltaje del máximo permitido de funcionamiento. El BEC tiene una tensión de salida continua de 5 V a 3 A y en picos máximos puede alcanzar los 7,5 A y soporta una tensión de entrada para baterías entre 2S y 6S.

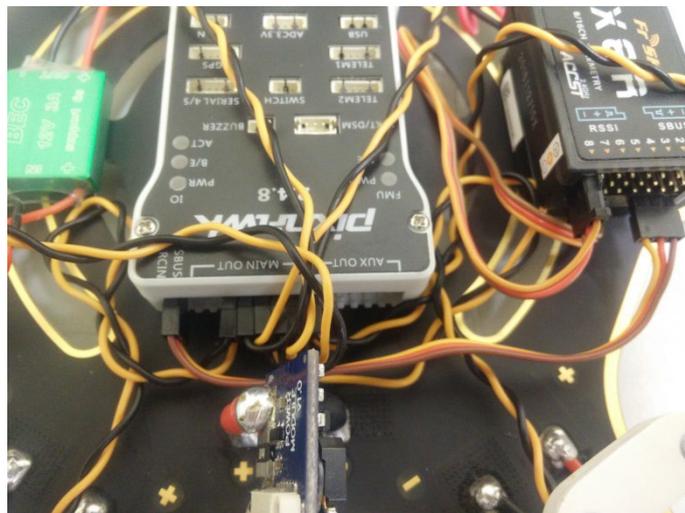
El paso siguiente fue enlazar el receptor con la emisora, y después colocar el receptor junto al BEC con las antenas del receptor a 90° una de otra.

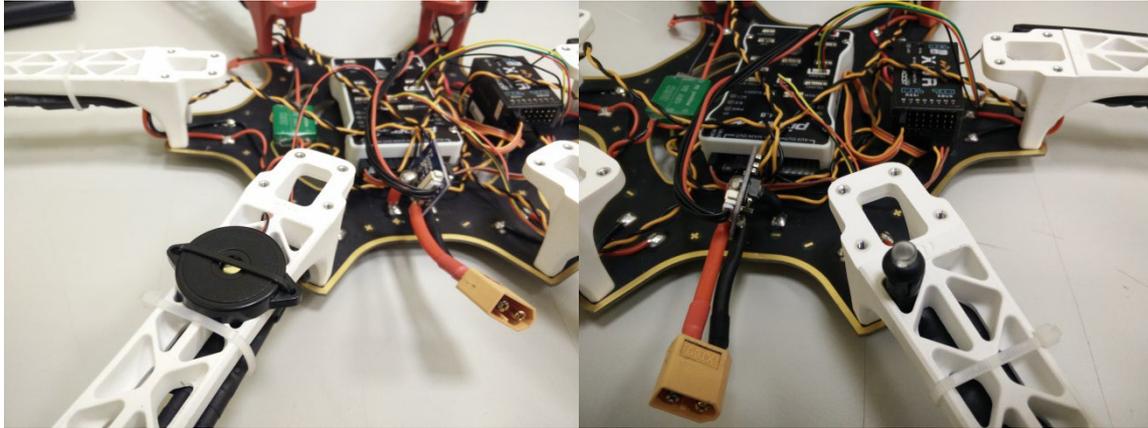
Para realizar el enlace de la emisora Taranis con el receptor X8R se optó por un enlace con el que disponer de 16 canales respecto a los 8 canales que venían originalmente, teniendo 8 canales mediante la entrada S-BUS y otros 8 mediante las salidas PWM del receptor. Esto se consiguió haciendo un puente entre la señal del canal 1 y 2, otro puente en la señal del canal 3 y 4, y procediendo a la realización clásica de enlace entre emisora y receptor, que consta de pulsar el botón de Failsafe del receptor y alimentar con el botón pulsado el receptor, para que entre en modo de enlace. Desde la emisora se seleccionó en el menú de configuración el tipo de enlace, que se trataba de 16 canales y se pulsó en "bind" para producir en enlace.



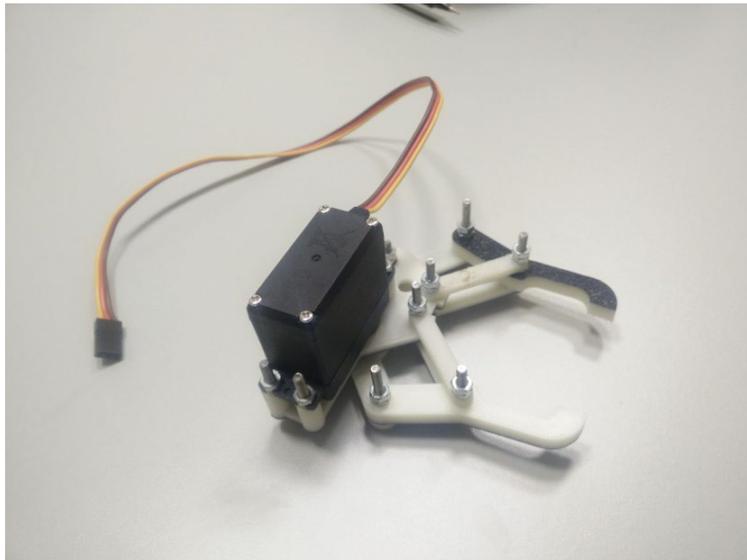


Una vez terminado el proceso de enlace entre receptor y emisora se procedió a la conexión del receptor a la controladora de vuelo a través del puerto SBUS del receptor, conectándose al puerto RCin. También se conectaron los variadores a las 6 salidas de la controladora de vuelo, siguiendo el orden adecuado establecido por el manual de Ardupilot.



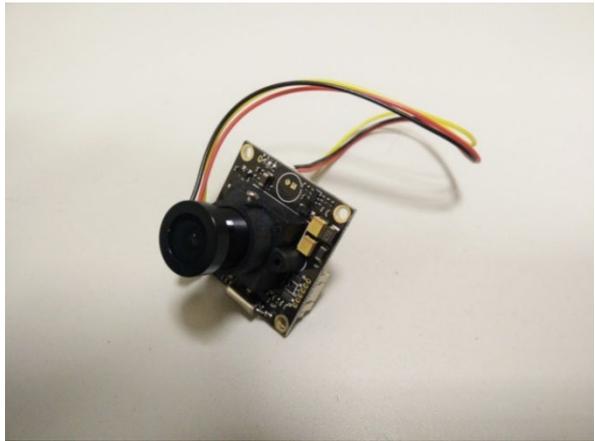


A continuación se conectaron el zumbador y el interruptor de seguridad de armado a la controladora de vuelo. El zumbador nos indica diferentes modos de vuelo, armado, desarmado, nivel de tensión de batería, nivel de señal de satélites y diferentes aspectos más. El interruptor, además de disponer de un LED que nos indica si el RPA está armado o desarmado, sirve como método de seguridad para evitar posibles accidentes ante armados involuntarios con la emisora.



Asimismo se fabricó el gancho mediante prototipado 3D, a partir del servo metálico MG995 y un sistema de engranajes diseñado en Inventor e impreso en PLA.

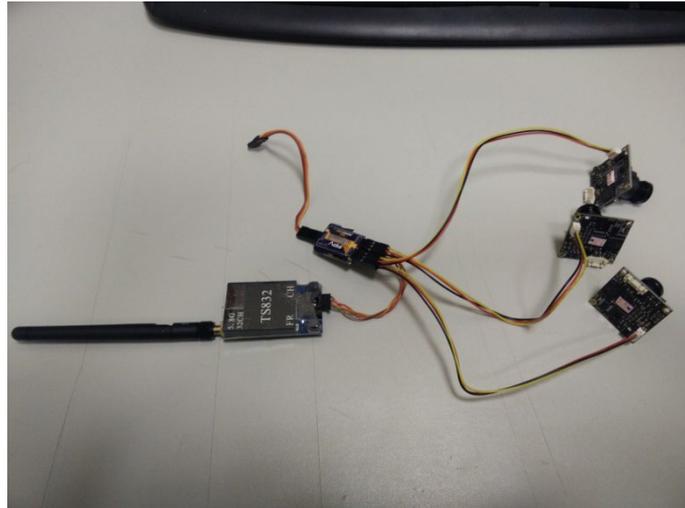
Para el sistema FPV se usaron varios componentes para poder transmitir vídeo de 3 cámaras diferentes, seleccionando cada una de ellas a través de un stick de 3 posiciones de la emisora. Para ello se necesitó un transmisor de vídeo TS832 de 600 mW de potencia a una frecuencia de 5,8 GHz, una pantalla con receptor y batería incorporada de también 5,8 GHz, un interruptor de 3 canales de vídeo de la marca Hobbyking, 3 cámaras CCD de 12V de 700 TVL y lente de 2,8 mm, y un regulador de voltaje de tensión de salida de 12 V a 3 A.



Ya que la batería principal que alimenta el RPA es 4S se necesitó el regulador de tensión de 12 V debido a que tanto el transmisor de vídeo como las 3 cámaras CCD se alimentan a 12 V.



Para la realización del esquema de conexiones del sistema FPV en primer lugar se comenzó soldando el regulador de tensión a la PDB incorporada en el chasis, y su salida alimentando el transmisor de vídeo en los pines 1 y 2. En segundo lugar, de los pines 3 (señal), 4 y 5 del transmisor de vídeo se conectó un cable servo hasta los terminales "OUT Video" del interruptor de 3 canales. Después se conectó cada una de las 3 cámaras a un canal diferente del interruptor de 3 canales. Finalmente de los pines "to receiver" del interruptor de 3 canales se conectó un servo hasta el canal número 6 del receptor X8R, que corresponde con el canal número 14 de la emisora, en la que se asignó un stick de 3 posiciones para generar el cambio entre cámaras.

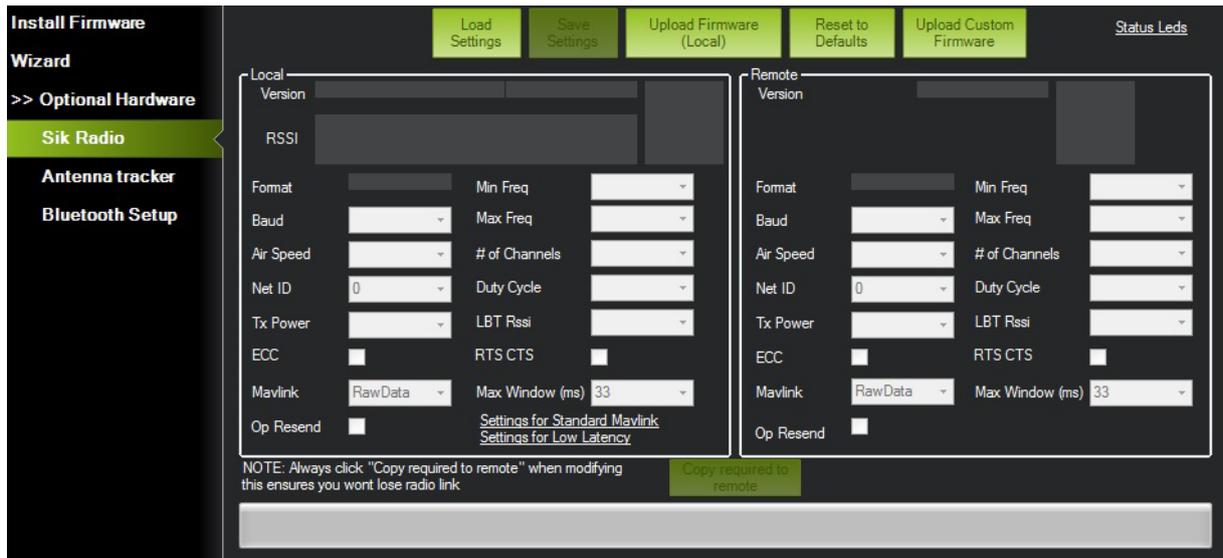


Para la colocación del sistema FPV en el RPA se optó por equipar a las 3 cámaras con un soporte de PLA impreso en 3D. El BEC de 12 V está colocado en el interior del chasis junto a la controladora de vuelo, el transmisor de vídeo colocado en la placa superior con la antena perpendicular al suelo y el selector de canales en el interior del chasis. Cada cámara está orientada de manera diferente, una de ellas irá en la parte frontal con una pequeña inclinación hacia arriba para el pilotaje en modo FPV, otra irá completamente perpendicular al suelo para tomas cenitales y la tercera irá orientada hacia la pinza del gancho para poder visualizar el amarre del cable guía.





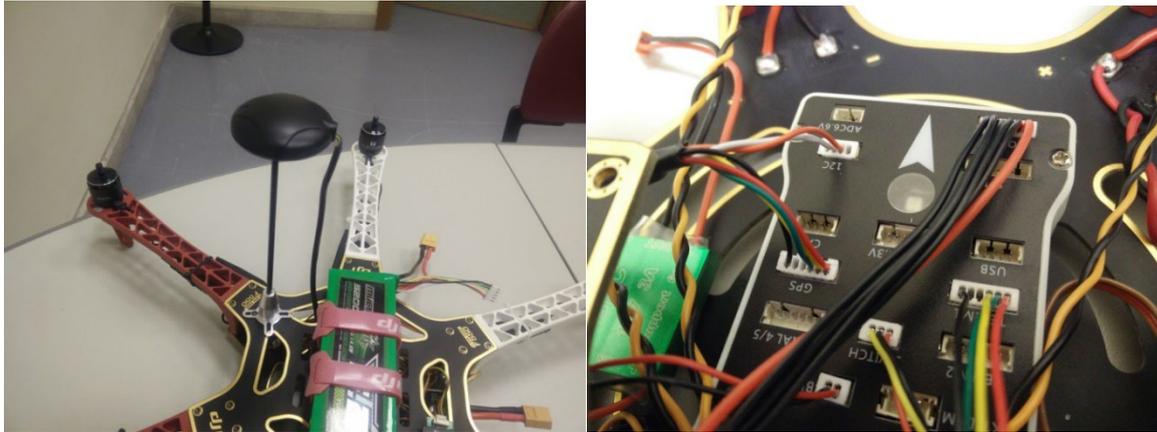
El siguiente consistió en la instalación de la telemetría en el RPA, para ello se emparejaron el módulo de emisión con el de recepción a través del Mission Planner. El proceso de emparejamiento se hizo en la ventana Sik Radio (Initial setup - Optional Hardware - Sik Radio), estando ambos módulos alimentados, se pulsó Load Settings y una vez el Mission Planner leyó los parámetros se procedió a comprobar que tanto el módulo de emisión como el de recepción tuvieran los mismos valores.



La telemetría utilizada es de 433 MHz de frecuencia, ya que la otra utilizada, que es de 915 MHz está prohibida trabajar con ella dentro de Europa.



A continuación se colocó el módulo GPS con el magnetómetro externo. Para ello se instaló un soporte plegable de 15 cm de largo para reducir las interferencias en el magnetómetro del GPS provocadas por la placa de distribución de potencia. El GPS debe estar orientado hacia la parte delantera del RPA. El GPS se conectó a la Pixhawk a través de dos terminales, el de GPS y el I2C, para el magnetómetro.



El siguiente paso fue colocar el tren de aterrizaje del RPA, que fue diseñado e impreso en PLA con una altura de 14 cm para dejar sitio suficiente para que la pinza no golpee contra el suelo.



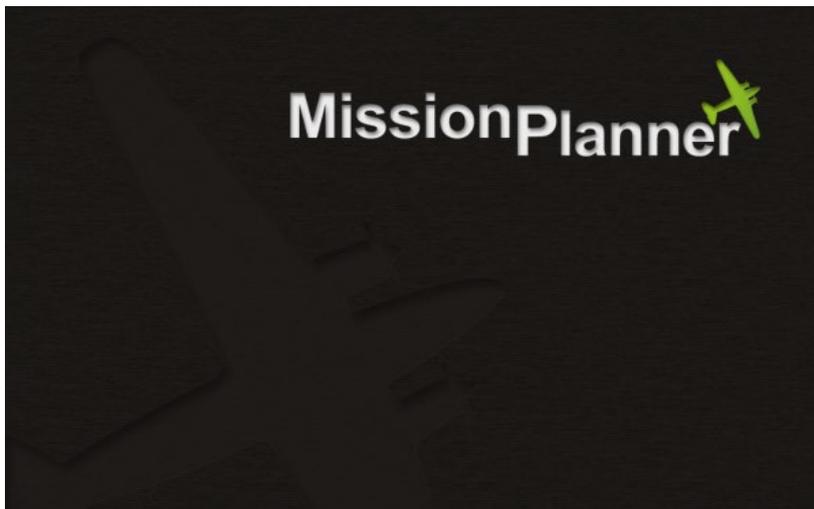
Finalmente se colocó la batería en la parte superior del RPA de manera que el centro de gravedad se mantuviese en el centro geométrico del RPA. Se utilizó velcro de alto agarre y se dispuso de un salvalipo con zumbador al lado para indicar el nivel de voltaje y emitiese ruido a determinado nivel de tensión.

La batería utilizada es de la marca Multistar con una capacidad de 5200 mAh, una tasa de descarga de 10 C que admite durante 10 segundos tasas de descargas máximas de 20 C, además se trata de una batería de 4 celdas (4S – 14,8V).



2.4 Resultados obtenidos

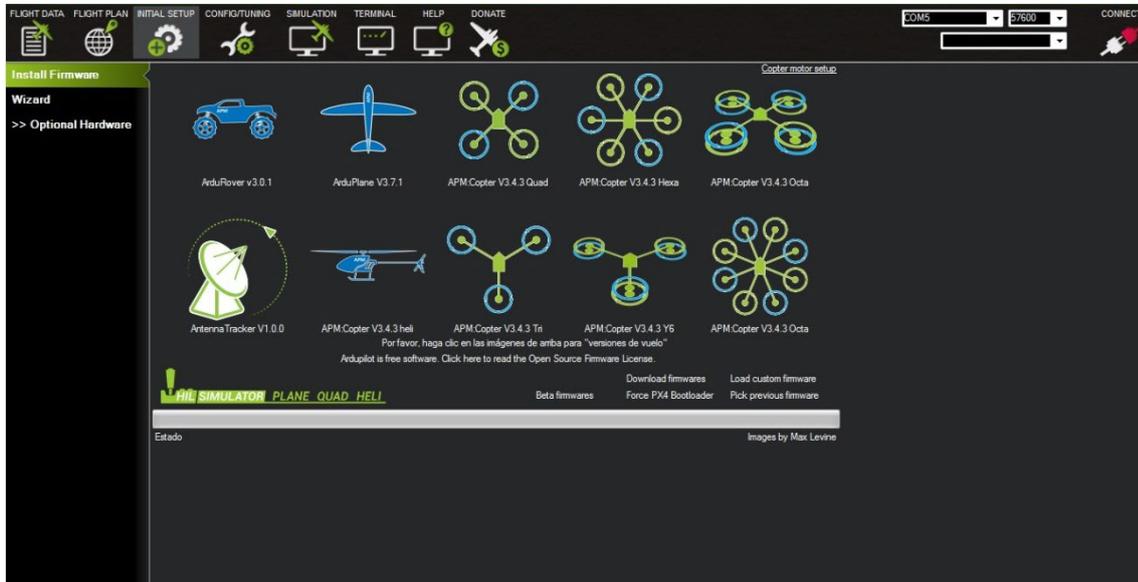
El software utilizado para el desarrollo de este proyecto es el Mission Planner. Se trata de una estación de control terrestre que puede ser utilizada para aviones, barcos, multirrotores, coches, etc. Actualmente solo es compatible con Windows. Puede utilizarse como una unidad para configurar o como un suplemento de control dinámico de nuestro vehículo autónomo, que en nuestro caso será de un multirrotor.



El programa Mission Planner permite realizar las siguientes tareas:

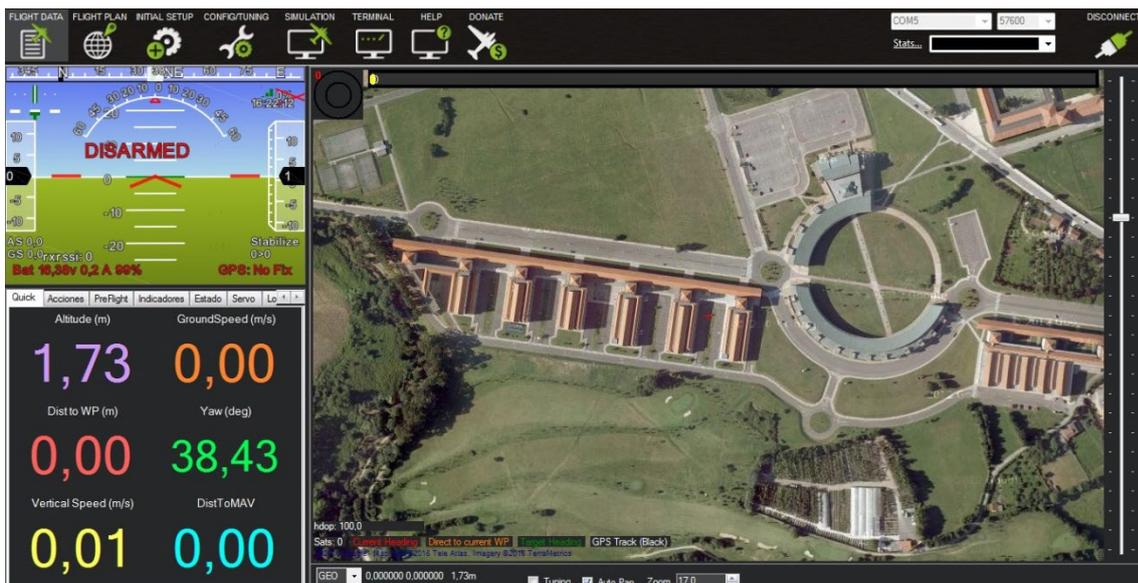
- Configurar y ajustar el vehículo autónomo para un rendimiento óptimo.
- Planificar, cargar y guardar misiones autónomas en la controladora de vuelo con un sencillo método haciendo click sobre el mapa de google u otro y colocando waypoints.
- Descargar y analizar los registros (logs) creados por nuestro autopiloto.
- Simular un vuelo con el interfaz de vuelo que dispone el Mission Planner.
- Controlar el estado del vehículo autónomo a través de la telemetría, pudiendo configurar remotamente todos sus parámetros.
- Ver y analizar los registros (logs) de telemetría.
- Operar el vehículo en FPV (first person view).

Una vez instalado el software se comenzó con la configuración de nuestra controladora. Para ello se actualizó el último firmware. El proceso fue conectar a través de un cable microUSB – USB la controladora y el ordenador, y en la parte superior derecha seleccionar el puerto al que está conectada nuestra controladora y elegir un baudrate de 115200. Una vez hecho esto, en la pestaña inicial setup, seleccionamos install firmware y escogimos el hexacóptero.

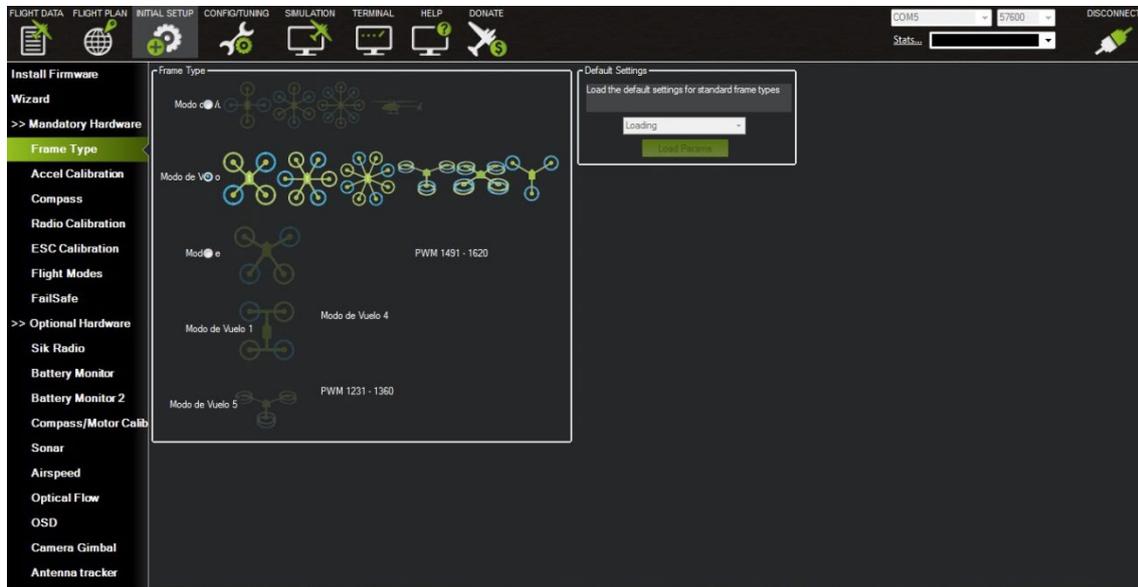


Una vez instalado en firmware, se conectó la controladora de vuelo al Mission Planner, para poder configurar y ajustar los parámetros del RPA.

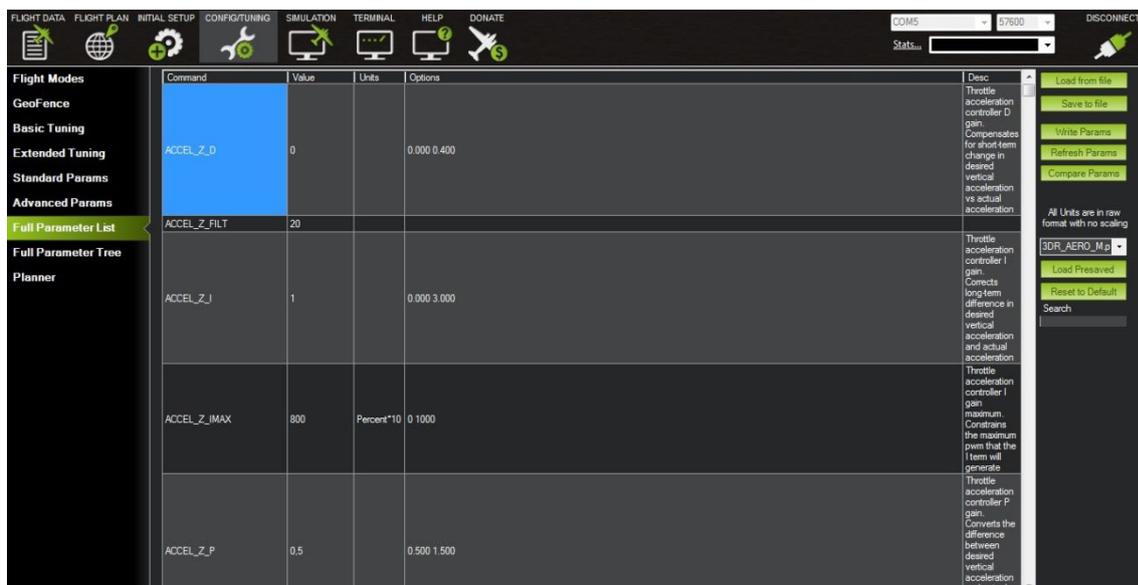
En la venta principal se pueden ver diferentes parámetros del RPA y un mapa con la posición del RPA si el GPS coge señal de varios satélites.



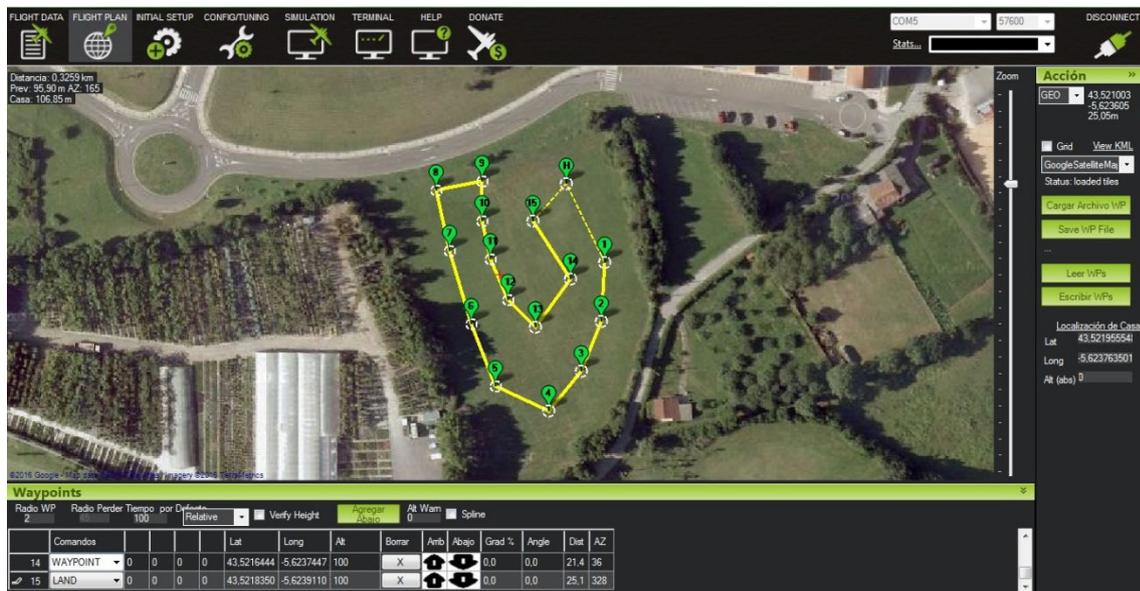
En la pestaña INITIAL SETUP se configuran los parámetros más básicos para poner en funcionamiento el RPA. En cada pestaña configuraremos diferentes parámetros, como pueden ser el tipo de chasis, la distribución geométrica del RPA, la calibración de los acelerómetros, la calibración de la brújula, la calibración de la emisora, la selección de los diferentes modos de vuelo, la calibración del módulo de potencia, la configuración del failsafe en caso de fallo y muchos otros.



En la pestaña CONFIG/TUNING podemos acceder a la lista completa de parámetros, donde podemos modificar completamente la configuración de nuestro autopiloto de manera individualizada.



También se dispone de una pestaña, llamada FLIGHT PLAN, donde podemos crear planes de ruta a través de un sistema de waypoints, que luego cargaremos en la controladora de vuelo para poder ejecutarla en el campo de vuelo.



2.5 Trabajos o necesidades futuras

El proyecto pretende pasar un hilo de nailon por un soporte fijo, con el fin de simular el montaje de un cable de alta tensión en campo abierto.

Fases:

1. Estudio previo: de los trabajos a realizar y metodología a utilizar. Análisis de los perfiles de tendido y longitud de los vanos a ejecutar
 - a. Vanos propuestos inicialmente entre despegue y poste ¿¿
2. Días previo al tendido: Análisis de las posiciones en el campo de vuelo de drones, toma de coordenadas en origen y destino de los diferentes apoyos, preparación zonas de despegue.
3. Tendido nylon mediante Drone.



Fases:

1. Colocación de dron en zona de despegue
2. Sujeta línea de nylon en pinza
3. Arranque de misión en misión planner
4. Toma de control remota por TCP/IP
5. Despegue del dron
6. Seguimiento y monitorización
7. Suelta de cable en punto de destino
8. Regreso a punto de partida
9. Aterrizaje y paro de motores

Descripción hilo guía utilizado con el dron.

- Nylon Game-Fisher Tournament 130 Lbs 1,00 mm

Características técnicas:

- Hilo monofilamento homologado por reglas IGFA.
- Desarrollado a partir del Polímero Monofil-F583, con la más avanzada tecnología de extrusión y bajo las normativas de calidad de la Unión Europea.
- Diámetros y Test fiables y contrastados.
- Elongación controlada: 18-25%.
- Tacto suave y dúctil.
- Buena resistencia a la abrasión.
- Libras: 130 lbs.
- Diámetro: 1.00 mm

Plan de divulgación de los resultados (indicando, además, las actividades divulgativas realizadas en proyectos anteriores subvencionados por el IUTA y la participación en otras actividades del IUTA, si ello procede):

El plan de divulgación de resultados de este proyecto contempla las siguientes actuaciones:

1. Presentación de los resultados en las actividades organizadas en las Jornadas de Drones de la Escuela Politécnica de Ingeniería.
2. Presentación de los resultados en las jornadas de divulgación organizadas por el IUTA.
3. Divulgación a través de la página web: <http://drones.noip.me>
4. Otras presentaciones de carácter divulgativo con las empresas participantes en el proyecto.
5. Presentaciones de carácter científico con los resultados más relevantes alcanzados
6. Promoción de TFM y TFG en el ámbito de este proyecto.

2.6 Divulgación de los resultados (publicaciones, artículos, ponencias...)

3. MEMORIA ECONÓMICA

Financiación		Personal	Inventariable	Fungible	Otros gastos
IUTA	SV-16-GIJÓN-1.	3.200€			
Otras fuentes	FUO-EM-146-11	600€		1.200€	
Estudiante con ayuda a la investigación	Nombre	Daniel Martin Santos			
	Tareas	Las indicadas en el proyecto. Básicamente la construcción, programación y ajustes del Dron			
	Período	Abril hasta la actualidad			

4. OTROS PROYECTOS Y CONTRATOS CON FINANCIACIÓN EXTERNA

Título del proyecto/contrato	
Referencia	
Investigador/a/es principal/es	
Equipo investigador	
Periodo de vigencia	
Entidad financiadora	
Cantidad subvencionada	