



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ

Residente:

García Santiago Joel Alejandro

Número de control:

11271042

Ing. Electrónica:

Decimo Semestre

Diseño y construcción de un Cuadricóptero de vigilancia

Reporte - 2° etapas

(Software & Sistema de Control)

Catedrático:

Ing. Raúl Moreno Rincón

Periodo De Realización:

Agosto–Diciembre 2016

Tuxtla Gutiérrez, Chiapas

13 JUNIO 2017

Índice

	Paginas
1.- Antecedentes	1-3
2.- Introducción	4
2.1 Descripción de la Empresa	4-7
3.- Marco Teórico	8
3.1 Especificaciones del Drone	9
3.2 Especificaciones del Control	10
3.3 Indicadores de Leds al volar	11
3.4 Señal GPS	12
3.5 Modulo de Vuelo	13
3.6 Dirección de Rotación de las Propelas	14
3.7 Especificaciones Técnicas	15-19
4.- Objetivo	20
4.1 Objetivo General	20
4.1 Objetivo Específico	20
5.- Cronograma de actividades a realizar	21-22
6.- Planteamiento del problema	23
7.- Desarrollo del Tema	24
7.1 Calibración del Drene kb-1000	24-25
7.2 Calibración con el Software Mission Planner 1.3.28	25-32
7.3 Diseños en SolidWorks	33-36
7.4 Drivers y Motores	37

7.5 Pruebas de despegue con diferentes medidas de peso -----	38-39
8.- Metodología -----	40
9.- Conclusiones -----	41
10.- Referencias Bibliográficas -----	42-43

Agradecimientos

En primer lugar, me gustaría agradecer a mi tutor Ing. Raúl Moreno Rincón por haberme asignado este proyecto y haber podido desarrollarlo y trabajar junto a él, lo cual ha sido una experiencia enriquecedora.

Agradecer, asimismo, a los miembros de la empresa Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez donde se llevó a cabo este proyecto y que siempre han estado dispuestos a resolver dudas y colaborar.

También agradecer a mi compañero Serain Joel López Domínguez, inseparable de carrera, que sin él todo hubiese sido mucho más difícil a lo largo de este proyecto.

A todos los buenos amigos que he hecho a lo largo de mis años de estudio que me han hecho disfrutar de esta experiencia. Agradecer a mis profesores que de alguna manera u otra me han ayudado en mi desarrollo y que me han enseñado tanto y tan bien.

Por último, y no por ello menos importante, agradecer el apoyo y confianza a mis padres y a mis tíos, que siempre han estado ahí en los malos y buenos momentos que más necesitaba y que sin ellos esta carrera no la hubiese podido llevar a cabo.

Motivación

Hoy en día, la investigación en vehículos aéreos no tripulados ha experimentado un gran aumento, La tecnología que componen este tipo de aeronaves ha sido desarrollada para lograr Muchos tipos de tareas en varios campos. En este proyecto, se presentan los criterios de diseño de un vehículo aéreo no tripulado Quadrotor con un pequeño tamaño poco común y con poca carga. Se realizará una selección de la estructura mecánica apropiada y su configuración. Este Estudio se centrará en la selección de componentes estructurales que permitirá requisitos del proyecto. El resultado será un control de vuelo de la aeronave con el tamaño apropiado para ambas tareas al aire libre y en interiores. Posteriormente se realizará la prueba del diseño propuesto y la verificación de que cumple todos los requisitos.

1.- Antecedentes

Proyecto ARCAS: En el año 2015 se realizó el Proyecto Europeo coordinado por el Centro Avanzado de Tecnologías Aeroespaciales (CATEC) en colaboración con la Universidad de Sevilla. El proyecto ARCAS (Aerial Robotics Cooperative Assembly System) se basa en el desarrollo de una gama de robots voladores del tipo UAV dotados con brazos manipuladores con varias articulaciones capaces de agarrar, transportar y depositar piezas de manera segura y eficaz como se muestra en la figura 1.



Figura 1: Proyecto ARCAS donde se puede observar el brazomanipulador.

Proyecto Atlante (Cassidian España): En el año 2016 fue desarrollado por el gigante europeo de la defensa y aeronáutica EADS, responsables de la serie Airbus, íntegramente realizado en España junto con el Ministerio de Defensa. Se trata de una aeronave no tripulada de ala fija capaz de desempeñar numerosas actividades como identificación de blancos, apoyo de fuego de artillería, evaluación de daños, recopilación de inteligencia y reconocimiento. Además, es capaz desarrollar tareas de ámbito civil como vigilancia urbana y rural, búsqueda y rescate, ayuda en catástrofes naturales e incendios forestales pudiendo operar desde pistas preparadas o lanzado desde una catapulta.

Proyecto Pelicano (Indra): En el año 2017 se crea el sistema pelícano está formado por cuatro helicópteros no tripulados y una estación de control, que proporciona capacidad para operar las 24 horas del día durante periodos prolongados. Tiene capacidad de despegue y aterrizaje vertical lo que lo convierte en la solución perfecta para respaldar cualquier tipo de operación naval. Además, puede llevar a cabo tareas de vigilancia y control de tráfico marítimo, control de fronteras en la lucha contra actividades ilegales y apoyo en operaciones de rescate. Entre los sensores con que cuenta la aeronave figuran sistemas electro-ópticos de visión diurna e infrarroja, capaces de tomar imágenes de muy alta resolución a gran altura. También se prepara para poder portar un radar ligero, así como sistemas de inteligencia electrónica y sensores de detección de amenazas químicas, bacteriológicas, radioactivas y nucleares.

Proyecto Fulmar (Thales España): Proyecto llevado a cabo por la compañía Thales en conjunto con la empresa española Aerovisión, capaz de desarrollar un UAV del tipo ala fija con el fin de desarrollar tareas tanto militares como civiles. Permite obtener imágenes y vídeo en tiempo real que integran la información en un sistema de seguridad, como puede ser en el control de sistemas fronterizos, facilitando la vigilancia y el control del tráfico marítimo y soporte de operaciones de rescate. Despega desde lanzadera y su aterrizaje se realiza sobre una red y tiene capacidad de amerizaje.

Parrot Ar Drone: El Parrot Ar Drone es un proyecto reciente de la empresa Francesa Parrot. En el año 2010 presentaron su Quadcopter AR Drone en una conferencia de Las Vegas: Un Quadcopter con una carcasa de plástico y espuma de aproximadamente 30 centímetros de largo como se muestra en la figura 1.1.



Figura 1.1: AR Drone Dispone dos microcámaras incorporados que permiten grabar video.

Se controla mediante una aplicación para Smartphone que está disponible para dispositivos iOS y Android. La comunicación es vía Wi-Fi. El software corre sobre el sistema operativo Linux. Es un producto completamente comercial y han decidido mantener el código como propietario. Sin embargo, dispone de una API con la que se permite programar hasta cierto punto el comportamiento del Drone. Tiene la habilidad de reconocer objetos 3D y es compatible con juegos que introducen realidad aumentada.

En cuanto a las especificaciones técnicas, dispone de un microcontrolador ARM9 468 MHz embebido con 128 Megabytes de RAM. Dispone de comunicación mediante Wi-Fi y USB. Un acelerómetro de 3 ejes, dos giroscopios y un altímetro ultrasónico. La estructura está fabricada en aluminio. Posee 4 motores Brushless de 15 W y una batería recargable de 1 Ah de Litio que proporciona 11.1 voltios nominales. Con un peso de entre 380/420 gramos es capaz de volar durante 12 minutos con una velocidad de 5 metros/segundo o lo que es lo mismo, 18 km/h.

PCB Quadcopter: El PCB Quadcopter [6] es proyecto open-source tanto software como hardware desarrollado por un par de aficionados a la electrónica. El objetivo de este proyecto crear un Quadcopter donde la propia estructura fuera la placa electrónica. Para ello no podía ser muy grande, ya que la estructura no aguantaría las tensiones así como muestra el diseño en la figura 1.2.



Figura 1.2: PCB Quadcopter

En cuanto a las características técnicas, mide de motor a motor 16,5 cm, usa motores Brushless con hélices 4 pulgadas, una batería de 11.1 V de 370 mAh, está controlado por un mando radiocontrol, pesa 138 g y puede volar 8 min autónomamente.

2.- Introducción

El desarrollo de vehículos ha tenido un avance muy significativo, sobre todo para el uso en aplicaciones civiles. Las aplicaciones usuales de este tipo de vehículo se centran en tareas de vigilancia y seguimiento, reconocimiento geográfico, etc.

El desarrollo de estos sistemas ha sido posible gracias a microcontroladores, que ofrecen la posibilidad de hacer cálculos muy complejos. Este proyecto trata de fabricar un Quadricoptero pilotado desde un dispositivo mediante una antena de radiofrecuencia que nos permite tener una distancia de 100 Metros. de diámetro. El Quadricoptero dispone de una cámara que puede hacer fotografías o grabar videos y enviarlas a un dispositivo.

2.1.- Descripción de la Empresa

En la década de los 70's, se incorpora el estado de Chiapas al movimiento educativo nacional extensión educativa, por intervención del Gobierno del Estado de Chiapas ante la federación.

Esta gestión dio origen a la creación del Instituto Tecnológico Regional de Tuxtla Gutiérrez (ITRTG) hoy Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez (ITTG).

El día 23 de agosto de 1971 el Gobernador del Estado, Dr. Manuel Velasco Suárez, colocó la primera piedra de lo que muy pronto sería el Centro Educativo de nivel medio superior más importante de la entidad.

El día 22 de octubre de 1972, con una infraestructura de 2 edificios con 8 aulas, 2 laboratorios y un edificio para talleres abre sus puertas el Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez con las carreras de Técnico en Máquinas de Combustión Interna, Electricidad, Laboratorista Químico y Máquinas y Herramientas.

En el año 1974 dio inicio la modalidad en el nivel superior, ofreciendo las carreras de Ingeniería Industrial en Producción y Bioquímica en Productos Naturales.

En el año 1980 se amplió la oferta educativa al incorporarse las carreras de Ingeniería Industrial Eléctrica e Ingeniería Industrial Química.

En 1987 se abre la carrera de Ingeniería en Electrónica y se liquidan en 1989 las carreras del sistema abierto del nivel medio superior y en el nivel superior se reorientó la oferta en la carrera de Ingeniería Industrial Eléctrica y se inicia también Ingeniería Mecánica. En 1991 surge la licenciatura en Ingeniería en Sistemas Computacionales. En el año 1999 se inició el programa de Maestría en Administración como respuesta a la demanda del sector industrial y de servicios de la región.

A partir de 2000 se abrió también la Especialización en Biotecnología Vegetal y un año después dio inicio el programa de Maestría en Ciencias en Ingeniería Bioquímica y la Licenciatura en Informática.

Lugar y Ubicación



Figura 2: Ubicación por GPS



Figura 2.1: Entrada principal del instituto

Carretera Panamericana Km.1080, C.P. 29050, Apartado Postal 599 Teléfonos:
(961) 61 5-03-80 (961) 61 5-04-61 Fax: (961) 61 5-16-87 <http://www.ittg.edu.mx>



Edificio donde se realizó los avances del proyecto



Figura 2.3 Edificio I (Laboratorio de Electrónica)

El diseño del prototipo y los ajustes de los drivers con los motores del Drone se realizaron en el edificio I, aula I12 laboratorio de electrónica y las pruebas de vuelo fueron realizadas en el campo de futbol que se encuentra dentro del instituto tecnológico.

3.- Marco Teórico

Modelo (Drone Helidroid KB-1000)

Es una plataforma aérea Semi-profesional poderosa, estable y económica, que funciona tanto para pilotos principiantes como para avanzados.



Figura 3: Dispositivos técnicos del Drone

Tiene un controlador de vuelo basado en APM (Ardu Pilot Mega), de modo que el sistema puede ser utilizado con las plataformas Mission Planner y APM Planner, ofreciendo la capacidad de control desde tierra, el equipo es completamente open source por lo que también, además de poder modificar todos sus parámetros, lo que convierte al Helidroid KB-1000 en una plataforma ideal para la educación y la investigación. Utilizando satélite, barómetro, y datos de la brújula de alta precisión este equipo puede ubicarse perfectamente en su lugar a la espera del control del usuario lo que lo convierte en una de las mejores plataformas de vuelo para las pequeñas cámaras de acción y gimbals sin escobillas. En el caso de que la aeronave pierda señal o escojas habilitar el “Regreso a casa”, el equipo se elevará 15 metros y volara de regreso a la ubicación de despegue y aterrizará automáticamente. Este es uno de los mejores Quad-copters con características de control de posición mediante GPS que previene pérdida y daño del Drone. Con el transmisor incluido de 8 canales puedes tener control completo sobre el equipo y cualquier accesorio agregado. Se alimenta con una batería de 11.1 v de 2200mAh y utiliza 4 Motores sin escobillas (Brushless). Este es un Quad-copter de 350mm que cuenta con mucho poder. Con el montaje de gimbal G-2D sin escobillas (Brushless) y la adición de una cámara GoPro Hero (3, 3+, o 4), este modelo grabará video en alta definición. Las características de la gimbal son 2 motores Brushless, los cuales proveen una estable grabación de video. La elevación de la cámara y el ángulo de inclinación pueden ser contralados desde el transmisor, permitiéndote hacer ajustes a la cámara en el vuelo.

3.1 Especificaciones del Drone

Contenidos: Caja multicontrolador, GPs y modulo compass, transmisor y receptor, motor brushless y ESC, Indicador led, conector de actualización de sistema, conector de enlace.



Figura 3.1: Indicaciones de instalación de cada dispositivo del Drone

Especificaciones del dron:

- Propela principal: 8045.
- Peso: 685g con batería.
- Tamaño de motor: 2212
- Receptor: 6-8 canales.
- Transmisor: 6-8 canales.
- Modulo GPS
- Batería: 2200 mAh
- 8-10 minutos de vuelo con carga (Gimbal + Cámara)
- Kit/ARF/RTF
- Nivel de experiencia: Intermedio.
- Color: Blanco.
- Recomendado para edad media de: 14 años en adelante.

3.2 Especificaciones del Control



Figura 3.2: Conexión del puerto USB

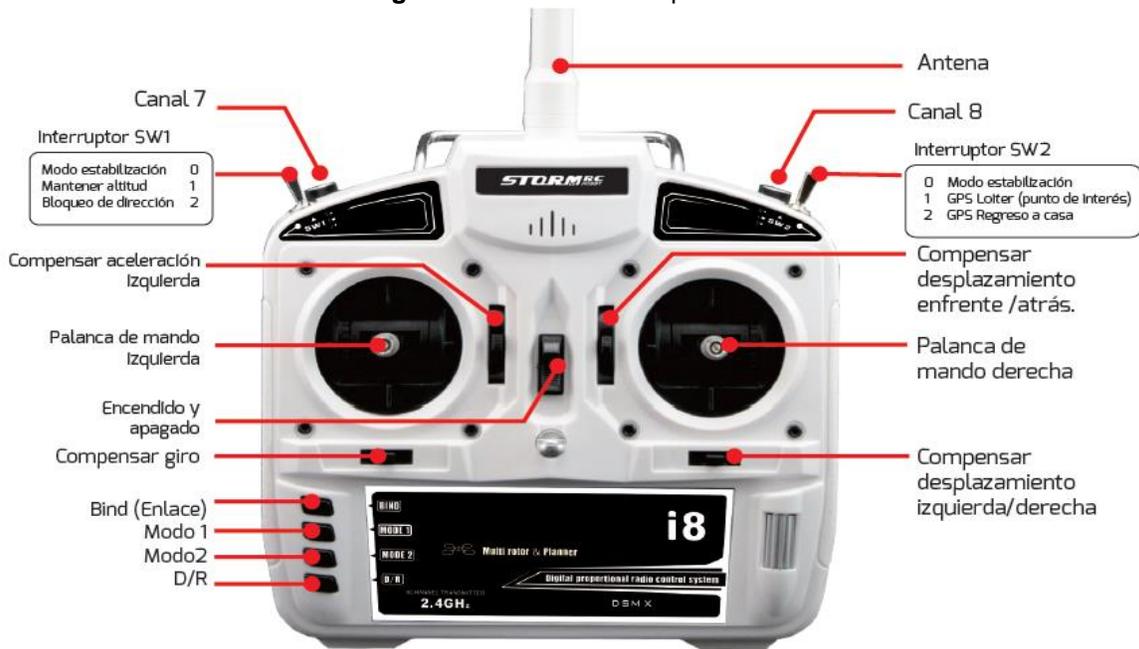


Figura 3.2.1: Nombres de los botones y palancas del control

Bind	Pulse el botón y la encienda en el transmisor para el emparejamiento.
Modo 1	Pulse el botón, entonces sonara...BI BI BI que indican el cambio del transmisor para Modo1
Modo 2	Pulse el botón, entonces sonara...BI BI BI que indican el cambio del transmisor para Modo2
D/R	Encienda el transmisor, a continuación, pulse el botón, el sonido BI. Indica el valor al 60% (vuelo lento). Y el sonido BI BI Indica el valor al 100% (vuelo rápido).

Tabla 3.1: Módulos de Velocidad

3.3 Indicaciones de los Leds al volar



Figura 3.3.1: Despegue del Drone

Indicador led azul:

Señales GPS, azul parpadeando, está buscando una señal de GPS, cuando se encuentre constante, indica señales GPS recibidas. Recibir señales adecuadas de GPS puede demorar alrededor de 120 segundos.

Indicador led rojo:

Señal de control de vuelo, indica que el sistema electrónico se encuentra inicializado cuando el led parpadea rápidamente. Espera para que la señal del sistema controlador electrónico se haya adquirido, indicado por una luz led roja sólida. Señal GPS y señales de control de vuelo provienen del mismo control de Led. Dos sets de señales son presentados alternativamente.

Advertencia de bajo voltaje y función de aterrizaje automático.

- Bajo advertencia de bajo voltaje y función de aterrizaje automático: el controlador del kb-1000 puede inspeccionar automáticamente el voltaje de la batería.
- El indicador de carga de la batería parpadea en rojo cuando el voltaje de la batería está por debajo de 10.8V
- El kb-1000 inicia automáticamente el programa de aterrizaje cuando el voltaje de la batería está por debajo 10.5V.
- Durante el aterrizaje automático, el transmisor todavía puede controlar alerones, timón, hacia adelante y hacia atrás.

3.4 Señal GPS

- Al volar al aire libre en modo GPS, primero busca los satélites.
- La función mantener altitud y la función aterrizaje automático solo puede trabajar mientras se tengan más de 6 satélites.
- El LED azul parpadea cuando se tengan más de 6 satélites. Si se tiene menos de 6 satélites, no hay luz.

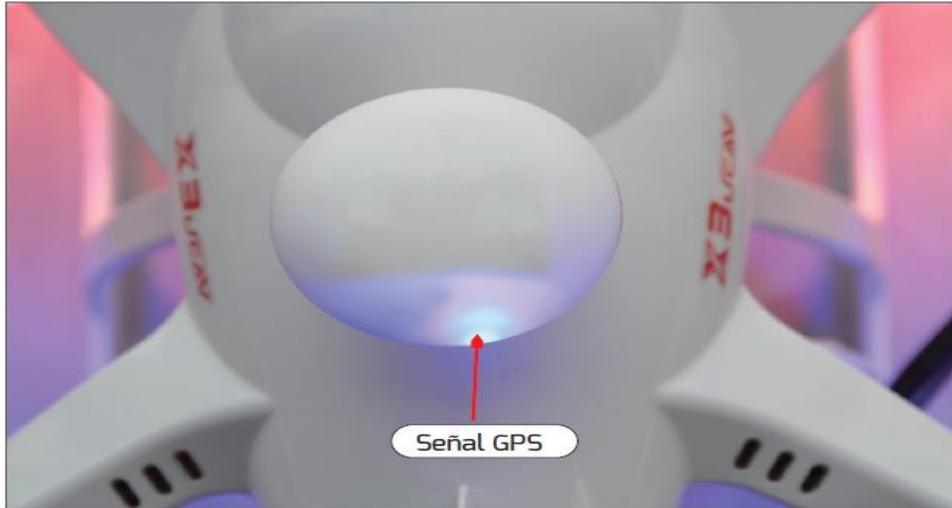


Figura 3.4.1: Ubicación del dispositivo GPS

GPS y Calibración de compás

- Para modo GPS la aeronave debe estar al aire libre en un espacio abierto sin arboles ni edificios. Despegar la aeronave solo cuando se tengan más de 6 satélites. (LED azul encendido sin parpadear).
- El módulo GPS incorpora un sensor magnético para medir el campo magnético terrestre, dicho campo terrestre es diferente dependiendo del lugar geográfico donde se ubique la aeronave.
- El modo GPS funciona solo si el módulo compás está conectado. Asegúrese de que el compás este bien conectado.
- Mantenga alejado el módulo compás de imanes, en caso de que el módulo compás este en contacto con un imán debe de cambiar el módulo compás ante de volar de nuevo. De lo contrario el módulo compás dañado causara unas anomalías y perdería el control de la aeronave.
- Calibre el módulo compás la primera vez que vuele la aeronave. También calibre el compás cuando vuele en un lugar diferente.
- Asegure que en el momento de la calibración del módulo compás, este no esté afectado por imanes u otro equipo electrónico.
- En caso de no poder realizar la calibración del compás, posiblemente existente alguna interferencia en el área, evite volar en ese lugar.

3.5 Módulo de control y Vuelo



Figura 3.5.1: La palanca de mando izquierda arriba-abajo; control vertical de la aeronave derecha-izquierda; dirección de la aeronave a nivel horizontal.

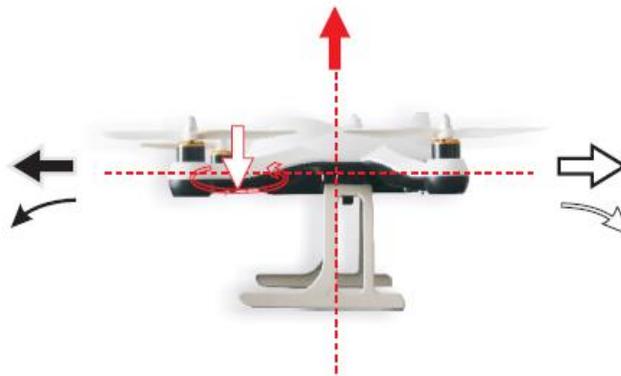


Figura 3.5.2: La palanca de mando derecha. Arriba-abajo; control avance adelante atrás de la aeronave derecha-izquierda; control avance derecha izquierda

de la aeronave.

Controlan el Angulo de la aeronave, la palanca en posición neutra corresponde 0° , la palanca al máximo corresponde a 45° .

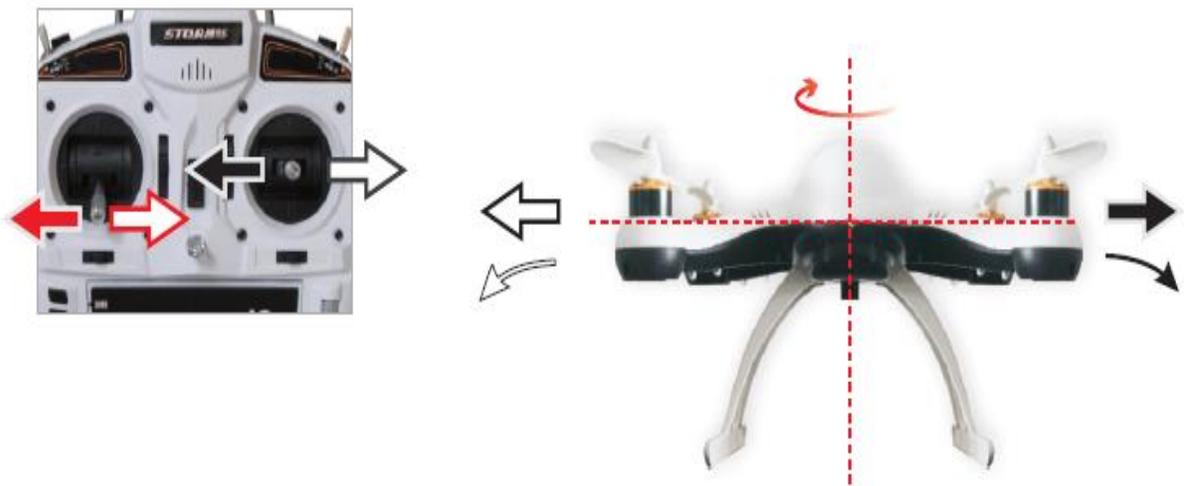


Figura 3.5.3: Rotación de Angulo del Drone

3.6 Dirección de Rotación de las Propelas



Figura 3.6.1: Propelas A y B, 2 piezas (Sentido del reloj y Sentido Contra del reloj)

Descripción:

- Una hélice CW
- Una hélice CCW
- Tamaño 24 x 12,7
- Peso 0,4 oz / 11 g

Fijación de las hélices

1. Retire las pegatinas de advertencia de los motores antes de acoplar las hélices.
2. Monte las tuercas negras de la hélice en los motores con los puntos negros y gírelas hacia la izquierda para fijarlas. Monte las tuercas plateadas de la hélice en los motores sin los puntos negros y gírelas hacia la derecha para fijarlas así como se muestra en la figura 3.6.2.



Figura 3.6.2: Dirección del Giro de las posiciones de las propelas

3.7 Especificaciones Técnicas



Figura 3.7.1: Motores Brushless

En la figura 3.7.1 observamos los motores Brushless Rc se especifica que los “kv” realidad es el variador, incrementa en la misma proporción la velocidad de la secuencia de voltajes, es decir la frecuencia y el aumento de voltios por igual, por eso en las características de velocidad del motor se expresan en kv rpm/v. La cantidad de frecuencia por voltio para que se cumpla esos rpm en el motor se deben especificar programando en el variador el parámetro de “avance de grados” que corresponden al número de polos del motor. Si el parámetro de avance de grados en el variador no corresponde al tipo de grados o números de polos del motor, no se cumplirá la relación de kv que especifica su fabricante, y por lo tanto estaríamos o por debajo de las prestaciones máximas que puede dar el motor, o por encima, y si hay bastante diferencia provocaríamos posiblemente que no gire el motor, o aun peor que se queme.

Los modos de avance de grados más usuales en los variadores son: 2, 8, 15, y 30 grados correspondiendo a motores de 2 polos, 4 polos y 8 polos para los de 15 y 30 grados. los modelos de motores Brushless más usuales son los correspondientes a los de 2 y 4 polos.

El fabricante del motor nos debe especificar bien los grados o bien el número de polos, para poder programar correctamente el variador con el motor, aunque algunos vienen ya programados en los combos, otros que compremos sueltos habrá que programarlos para el motor que se conecte y trabaje adecuadamente.

Batería Lipo 2.2AH 11.1V Turnigy 2200mAh 3S 25c



Figura 3.7.2: Batería Recargable Lipo 2.2 A 11.1 V

Características:

Batería de Polímero de Litio.

- Capacidad Mínima: 2.2Ah
- Configuración: 3S1P / 11.1v /3celdas
- Constante de descarga: 25C
- Pico de descarga (10sec): 35C
- Peso: 188g
- Dimensiones: 105 x 33 x 24 mm
- Plug de carga: JST-XH
- Plug de descarga: XT60

Especificaciones:

Capacity(mAh)	2200
Config (s)	3
Discharge (c)	25
Weight (g)	188
Max Charge Rate (C)	4
Length-A(mm)	105
Height-B(mm)	33
Width-C(mm)	24

Tabla 3.7.1: Elementos de la batería

Controlador de velocidad 18a con BEC 5V/2A Número de parte: TR-P18A

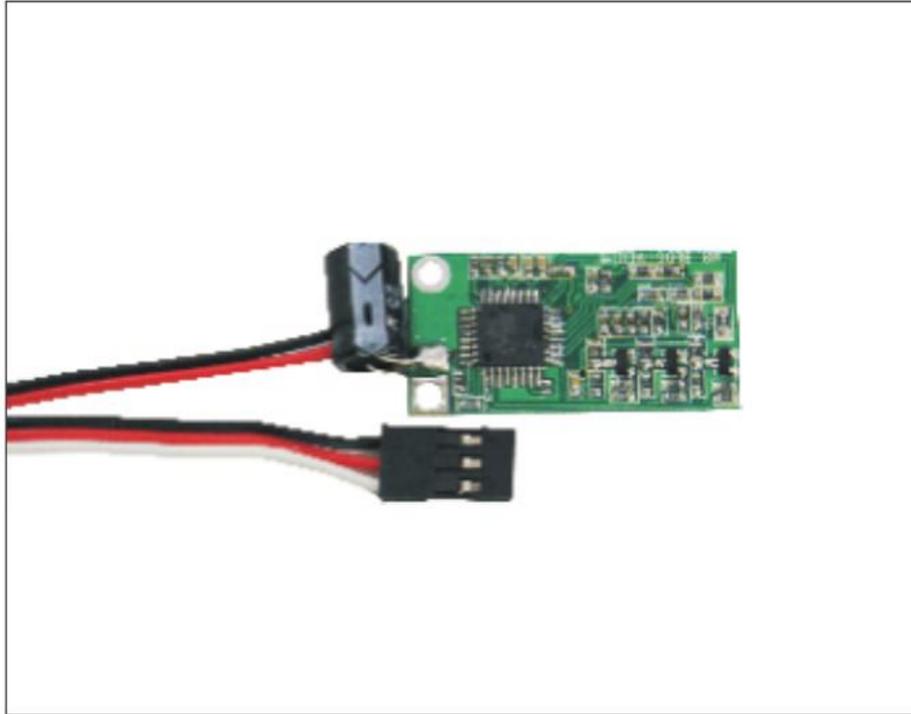


Figura 3.7.3: Controlador de Velocidad

Descripción:

El controlador electrónico de velocidad ESC (Electronic Speed Controller) es un dispositivo muy útil ya que se encargan de manejar los motores eléctricos lo que es algo muy importante en aviones, drones o aeromodelismo en general, esto con el fin de que todos los motores giren a la misma velocidad y así mantener la estabilidad en nuestro dron, por mencionar un ejemplo.

Características:

- Corriente Constante: 18A.
- Corriente de Estalló: 22A.
- Batería: 2-4S Li-Po/5-12SNixx.
- BEC: 5V/2A.
- Modo BEC: Lineal.
- Tamaño: 24x45x11mm.
- Peso: 19g.

Caja controladora 20112 del Cuadricóptero



Figura 3.7.4: Caja controladora de Vuelo

Terminales:

Entradas	2 PHONO/LINE (RCA) 1 MIC (Jack 1/4 pulgadas)
USB	1 puerto USB B
Salidas	2 MASTER (XLR, RCA) 1 BOOTH (TRS Jack 1/4 pulgadas) 2 HEADPHONE MONITOR (Jack 1/4 pulgadas, mini-Jack)

Tabla 3.7.2: Terminales de la caja controladora

S803 Receptor

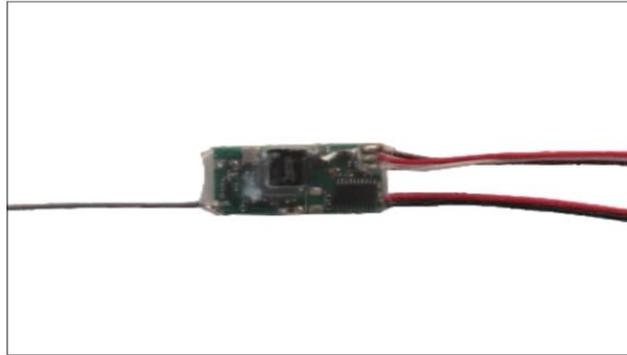


Figura 3.7.5: Receptor de comunicación Bluetooth

Es un Bluetooth 2.0 EDR integrado con excelentes características de transmisión de radio, altamente eficiente, con antena omnidireccional de a bordo y Serial Port Profile (SPP).

El Módulo

Funciona de forma predeterminada el Wireless UART firmware; extremadamente fiable y de manera fácil de usar, que implementa el perfil de puerto serie Bluetooth (SPP). Cualquier información que se recibe en la interfaz en serie se transmite de forma clara a través de Bluetooth con el dispositivo remoto conectado. La sincronización de los dos módulos es posible. En ese caso, se puede lograr un alcance mucho mayor que con un adaptador Bluetooth sencillo.

Especificaciones del módulo BT

- Producto para Bluetooth v2.0 EDR estándar, con la aprobación de la CE y de la FCC.
- Lleva integrada una antena de alta ganancia.
- Potencia de salida de hasta 19dBm.
- Alcance: 350m-1000m (campo de visión)
- Requiere muy pocos componentes externos.
- Rango de temperatura: -40 ° C a 85 ° C.
- Velocidad de datos mejorada (EDR) con v2.0. E.2 la especificación de modulación de 2 Mbps y 3 Mbps.
- USB v2.0.
- Soporta interfaz en serie de hasta 4Mbps.
- Interfaz integral digital y analógico I / O.
- Interfaz PCM para hasta 3 canales de voz simultáneos.
- Gran cantidad de memoria externa para aplicaciones personalizadas.
- Soporte para múltiples perfiles Bluetooth.
- Soporte en 802.11b / g co-operation.
- Compatible con RoHS.

4.- Objetivo

En esta sección se ve el avance del desarrollo de las herramientas que se pueden reemplazar para realizar cambios o modificaciones que nos permita lograr conseguir los objetivos que son el mejoramiento de carga del Drone y que sea un vehículo ligero reemplazando las piezas comerciales de un fabricante y diseñando otras piezas con un software SolidWorks para reducir el peso y tener más éxito en la carga del Drone. Existen una cantidad reseñable de proyectos que afrontan el diseño de construir un Quadricoptero. Existen otros proyectos de código de abierto y código propietario que solo el fabricante sabe la función de su prototipo de Drone. Existen varias comunidades que desarrollan software de código abierto orientadas a determinadas plataformas.

4.1 Objetivo General

En el proyecto tendremos un Drone con partes modificada y un mejor rendimiento de duración en el tiempo de vuelo para monitorear y tener una excelente calidad de imagen, ya que otros drones actualmente tienen muy poco rendimiento del vuelo y no pretende tener un buen éxito al grabar video o tomar fotos en un evento.

4.2 Objetivo Específico

Bueno con los avances y diseño del Drone se obtiene resultados mejores con mejor calidad, la estructura de la carcasa que se diseñó el software SolidWorks nos mejore a reducir el tamaño obteniendo un mejor peso y que sea un Drone ligero, eso nos permite tener más rendimiento con respecto al vuelo y agilizar sus movimientos para cargar una cámara de mayor calidad y así tener una captura mejor.

5.- Cronograma de actividades a realizar



Figura 5.1: Diagrama de actividades

Cada cuadro corresponde a un trabajo con un periodo de días indicados para realizarlo. En cada uno de ellos se hacen muchas pruebas para llegar al objetivo del proyecto.

ID	Nombre	Fecha de inicio	Fecha de fin	Duración	Progreso
1	• Diseño de Piezas (SolidWork)	22/08/16	6/09/16	12	25
2	• Construcción del Drone	7/09/16	5/10/16	21	35
3	• Calibración de la Aeronave	6/10/16	25/10/16	14	10
4	• Funcionamiento de Vuelo	26/10/16	14/11/16	14	10
5	• Pruebas Finales	15/11/16	13/12/16	21	20

Tabla 5.1: El orden de las tareas del cronograma

En la tabla 5.1 nos indica el orden de las tareas con una fecha de inicio y final, de manera que cada una de ellas también tienen un porcentaje de progreso del avance del proyecto.

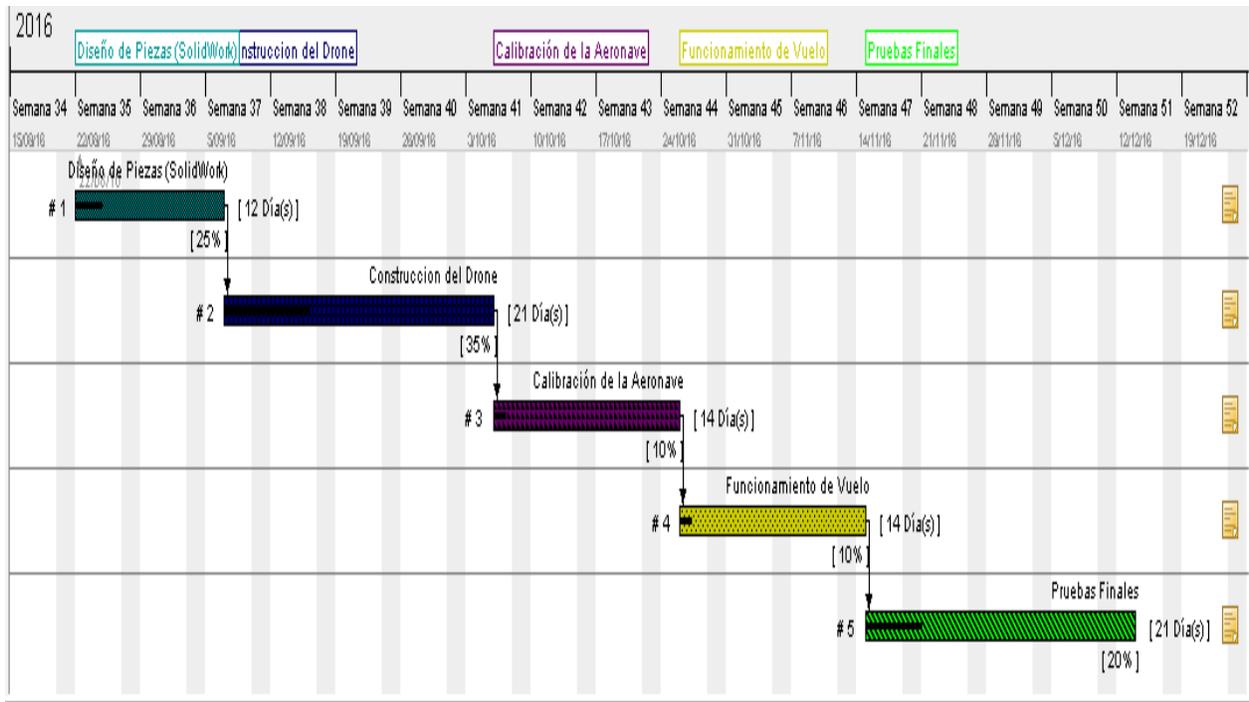


Diagrama 5.1: Las tareas realizadas del cronograma para la construcción del Drone.

En la Diagrama 5.1 observamos el cronograma y así teniendo unas barras de colores que demuestran los avances de cada tarea mencionada con respecto a la tabla anterior con el orden que tiene para terminar el proyecto.

6.- Planteamiento del problema

Esta técnica de control ya ha sido investigada en para estabilizar la actitud del Quadrotor. Para diseñar este controlador, el modelo ha sido lineal alrededor de la situación de vuelo estacionario. Por lo tanto, los efectos giroscópicos no se han tenido en cuenta en el controlador diseño. El modelo de circuito cerrado se ha simulado en Simulink con la no lineal completa modelo. Los parámetros del controlador se han ajustado con este modelo más completo. La simulación ha dado lugar a resultados satisfactorios. La actitud Quadrotor se estabiliza después de 3 segundos. Este control de velocidad permite una más rápida respuesta. Los resultados experimentales son consistentes con las teóricas. Sin embargo, tenemos que tener en cuenta que esta actuación sólo es válida en todo el vuelo estacionario.

7.- Desarrollo del Problema

7.1 Calibración del control de vuelo.

El cuadricóptero requiere calibración de vuelo si la aeronave vuela inestablemente.

Para calibrar siga los siguientes pasos:

1. Encienda el transmisor y conecte la batería al cuadricóptero.



Figura 7.1 Comunicación del control a la aeronave

2. Mueva la palanca elevación a la esquina inferior derecha por un poco más de 12 segundos. La aeronave entra en calibración de control de vuelo cuando el led azul cambia de sólido a parpadeo rápido. Y después despegue la aeronave, mantenga en posición, la calibración termina cuando el led azul deja de parpadear rápidamente.



Figura 7.1.2: Control de encendido de la aeronave

3. El último paso es repetir el proceso de bloque y desbloqueo de motores nuevamente. Después de terminada la calibración, el equipo volará de forma estable.



Figura 7.1.3: Control de aterrizaje

7.2 Calibración del Drone Modelo Helidroid kb-1000 Mediante el Software Mission Planner 1.3.28

El software es libre y fácil de descargar en internet. El primer es instalar y abrir el software Mission Planner y después conectamos la aeronave a la computadora por medio del puerto USB del Drone.

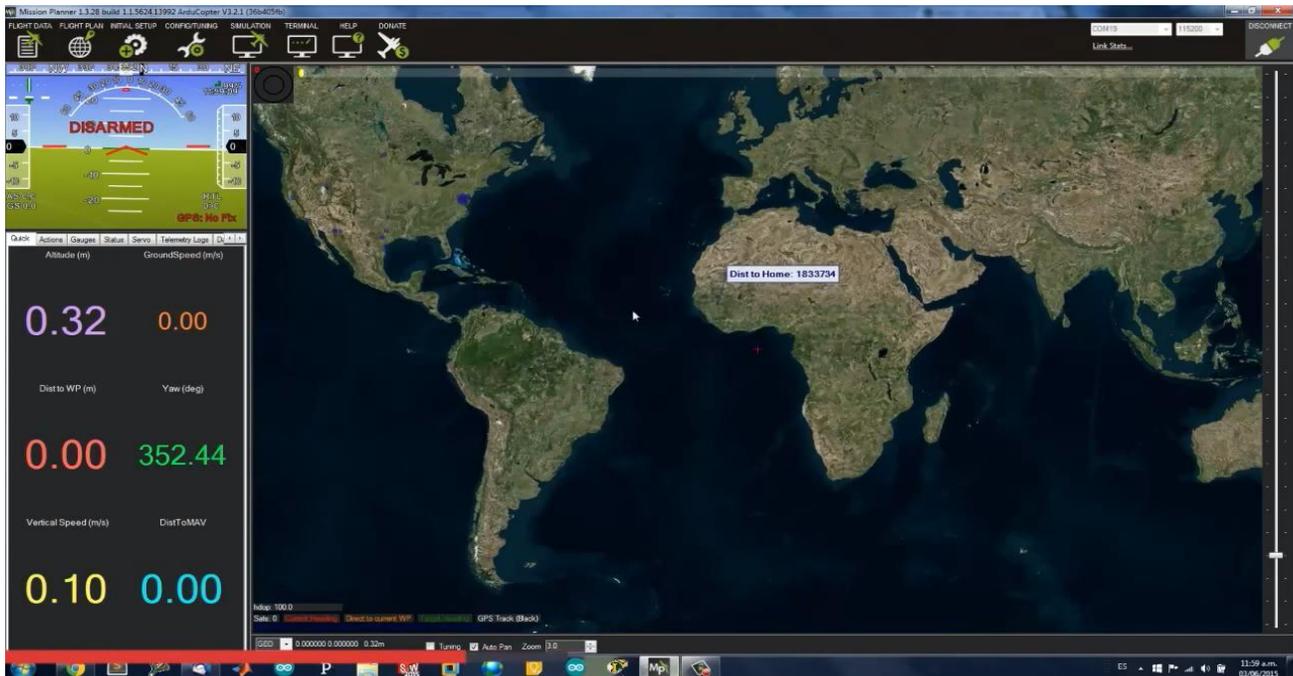


Figura 7.2: Conexión de puerto USB

En la figura 7.2 nos pide conectar el cable USB elegimos la opción de puerto COM donde se haya detectado la aeronave con una velocidad de 115200, le damos conectar y después vemos que el software Mission Planner reconoce los parámetros de la aeronave.

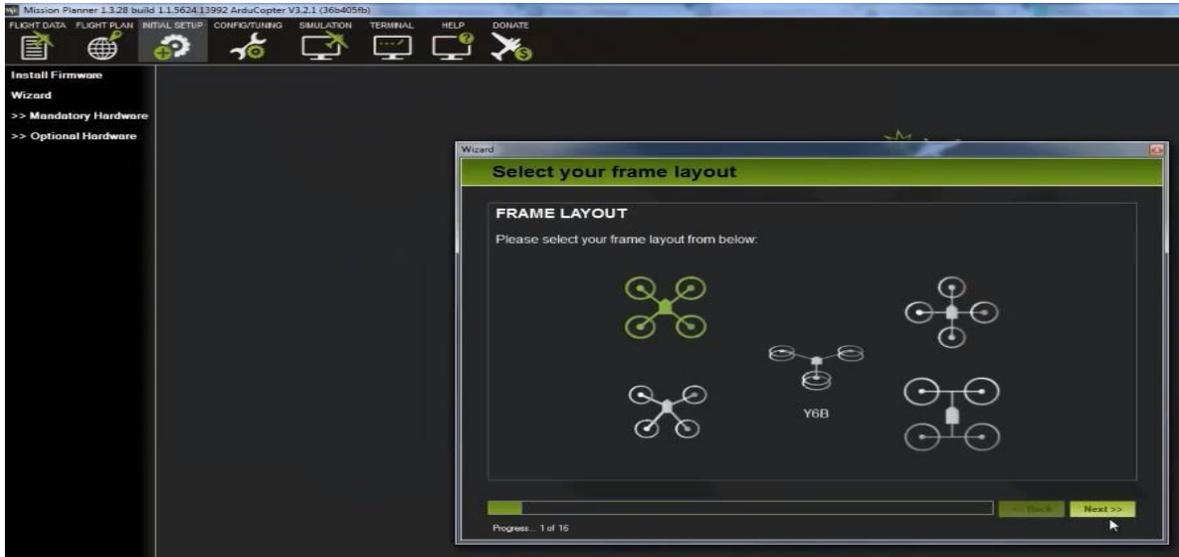


Figura 7.2.1: Herramienta Install Setup

En la figura 7.2.1 observamos en la pestaña de herramienta y seleccionamos la opción Install Setup, después nos vamos a la barra izquierda y seleccionamos la opción Wizard y nos arroja un cuadro donde debemos elegir qué tipo de Drone, en nuestro caso es un Quadricoptero, seleccionamos la imagen y le damos siguiente para empezar a calibrar la aeronave.

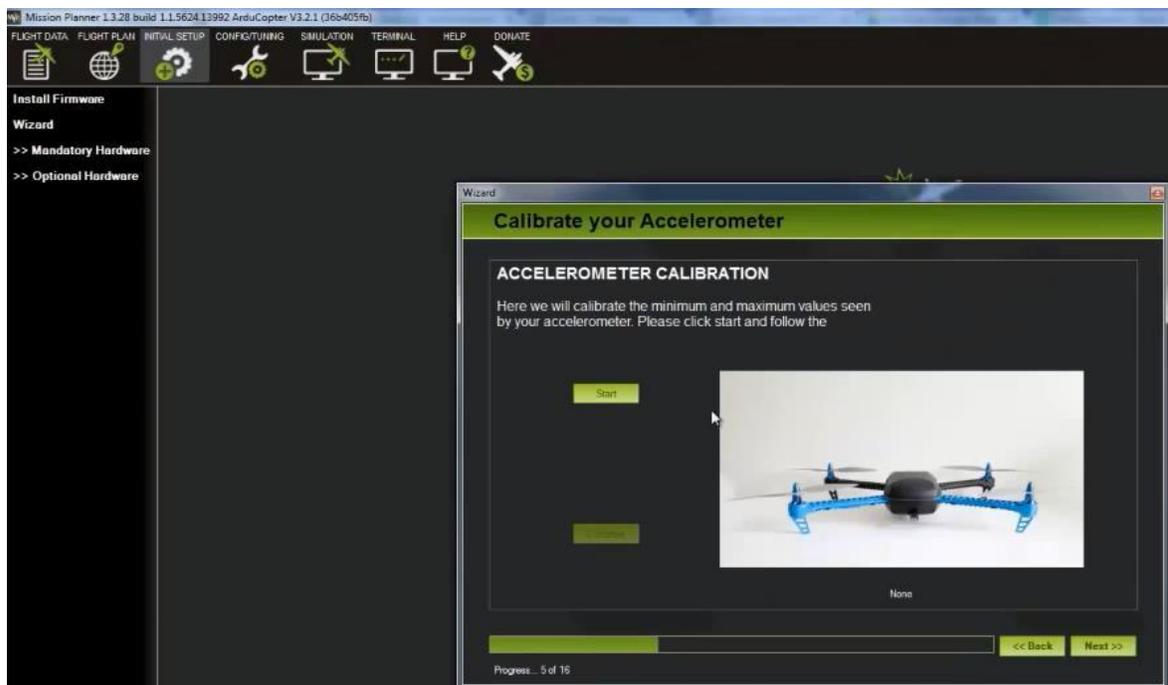


Figura 7.2.2: Calibración del acelerómetro parte1

En la figura 7.2.2 el software nos indica una imagen como debemos colocar la aeronave para calibrar el acelerómetro, colocamos la aeronave físicamente y después le damos el botón continuar.

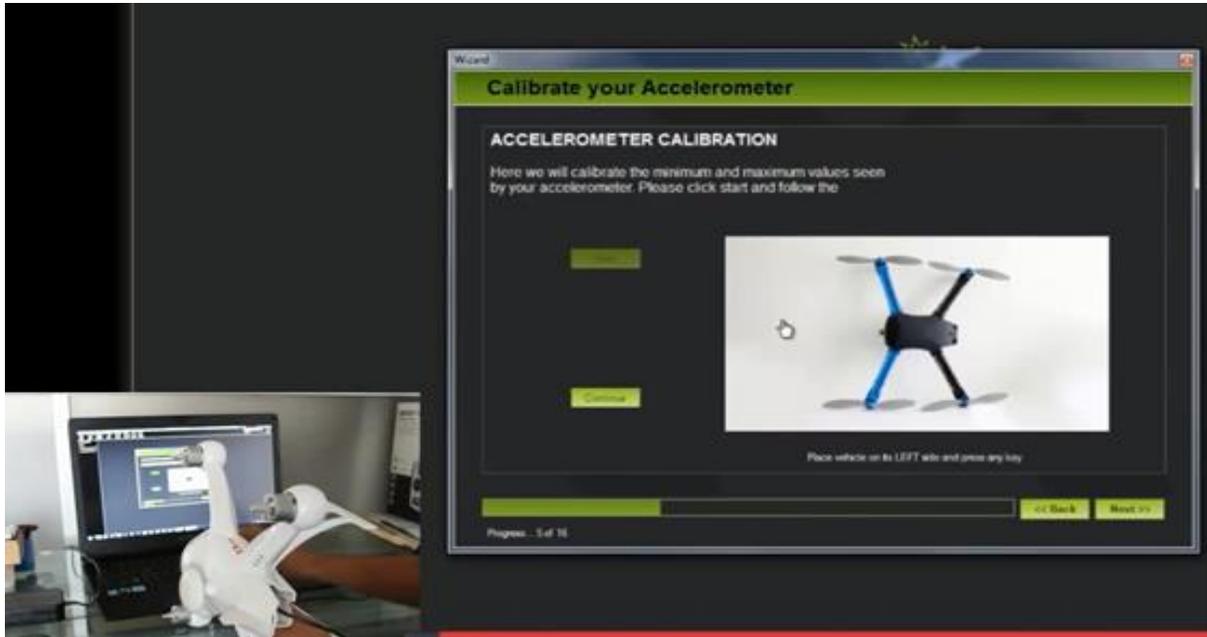


Figura 7.2.3: Calibración del acelerómetro parte 2

En la figura 7.2.3 se coloca la parte ancha del lado izquierdo y presione el botón continuar.

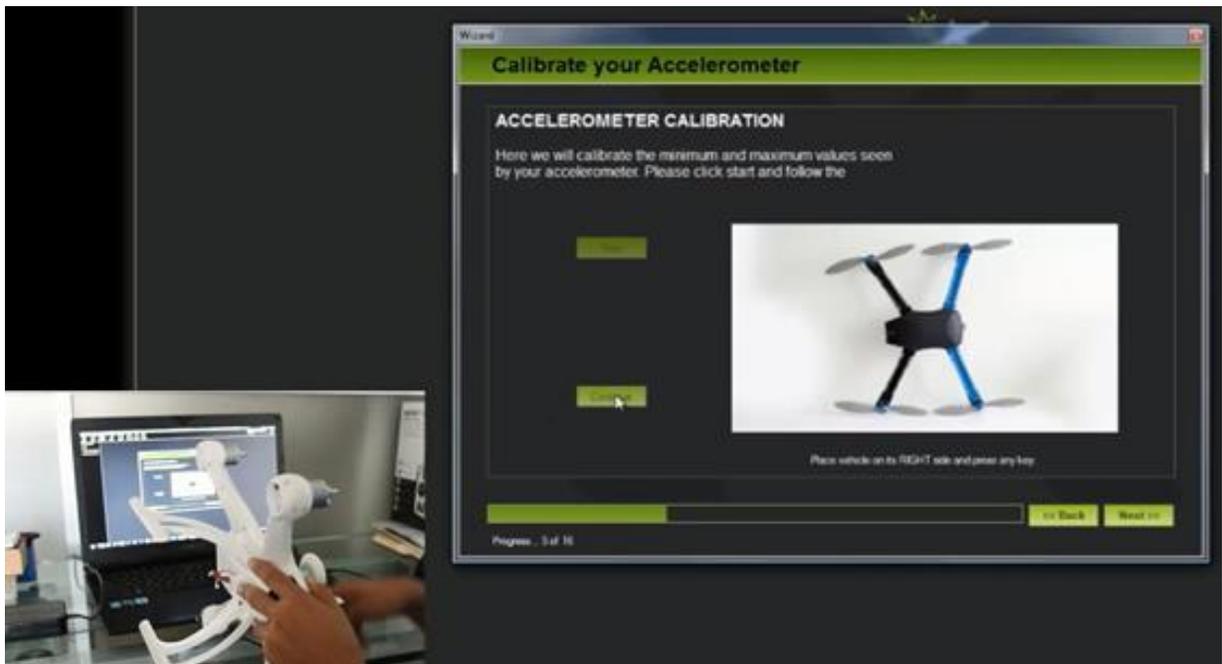


Figura 7.2.4: Calibración del acelerómetro parte 3

En la figura 7.2.4 se coloca la parte ancha del lado derecho y presione el botón continuar.

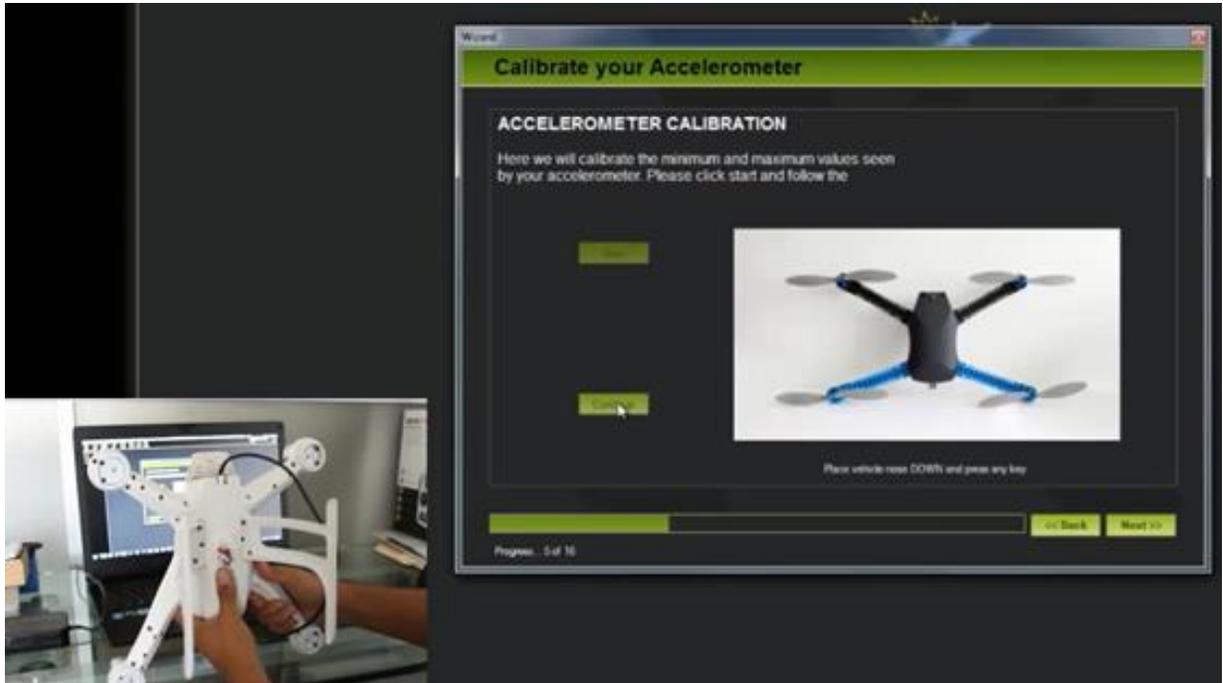


Figura 7.2.5: Calibración del acelerómetro parte 4

En la figura 7.2.5 Coloque la nariz ancha hacia abajo y presione el botón continuar.

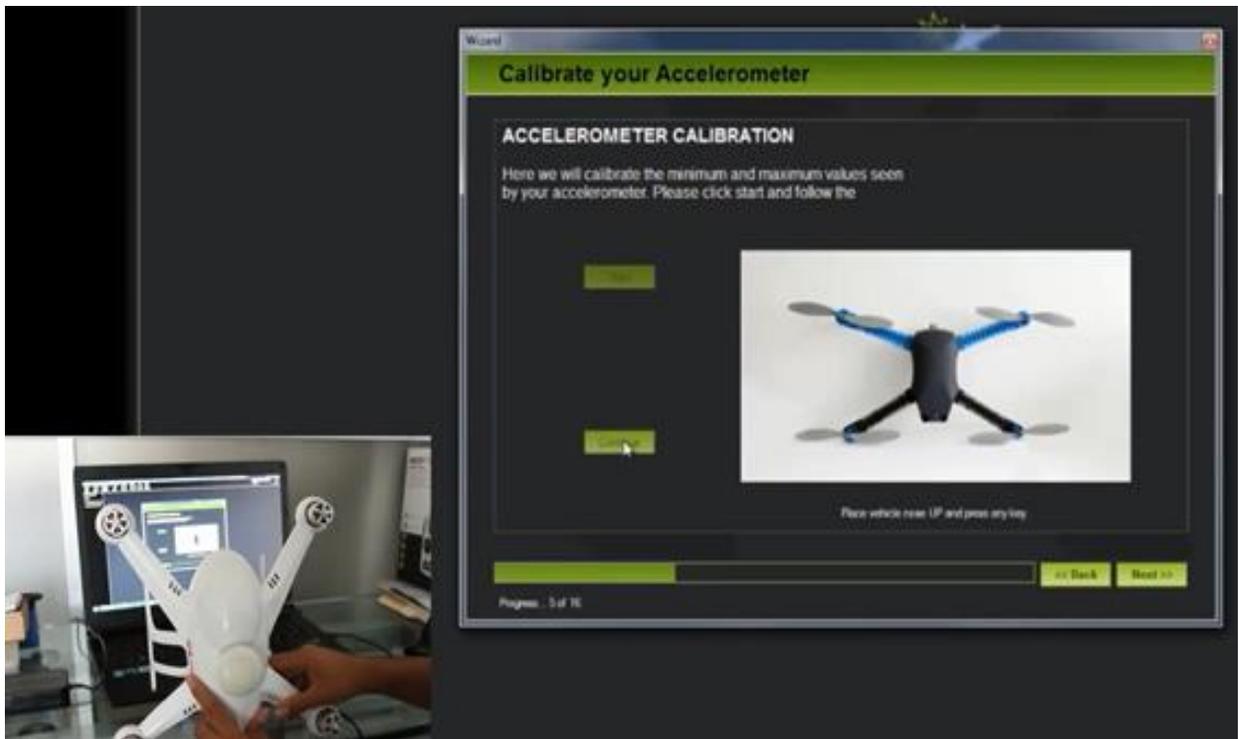


Figura 7.2.6: Calibración del acelerómetro parte 5

En la figura 7.2.6 Coloque la nariz ancha hacia arriba y presione el botón continuar.

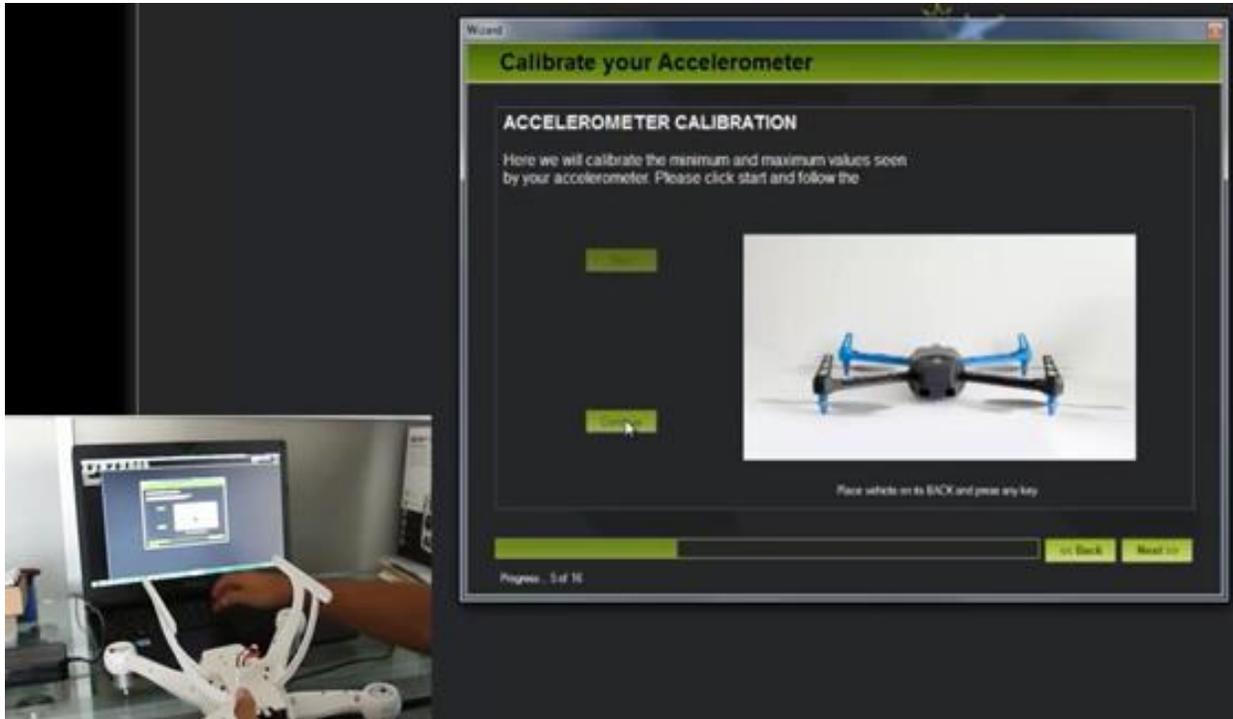


Figura 7.2.7: Calibración del acelerómetro parte 6

En la figura 7.2.7 coloque el ancho en la parte de atrás y presione botón continuar.

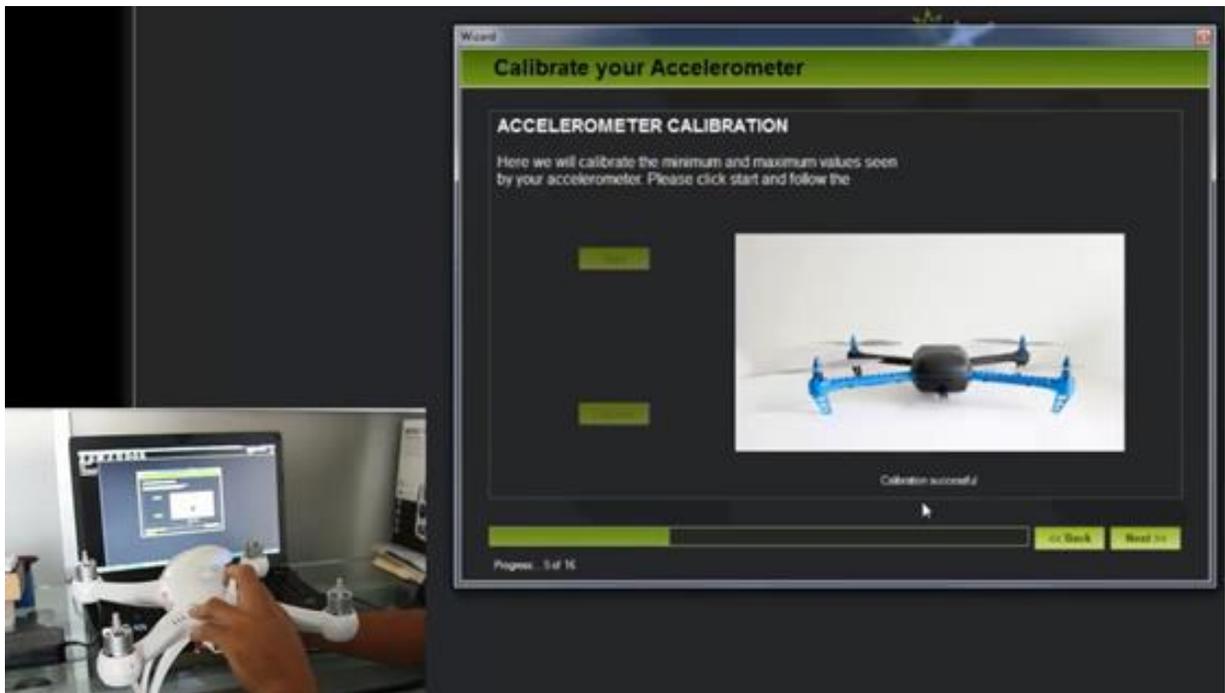


Figura 7.2.8: Calibración del acelerómetro parte 7

En la figura 7.2.8 se observa la imagen en el software que nos indica que la calibración del acelerómetro se realizó exitosamente.

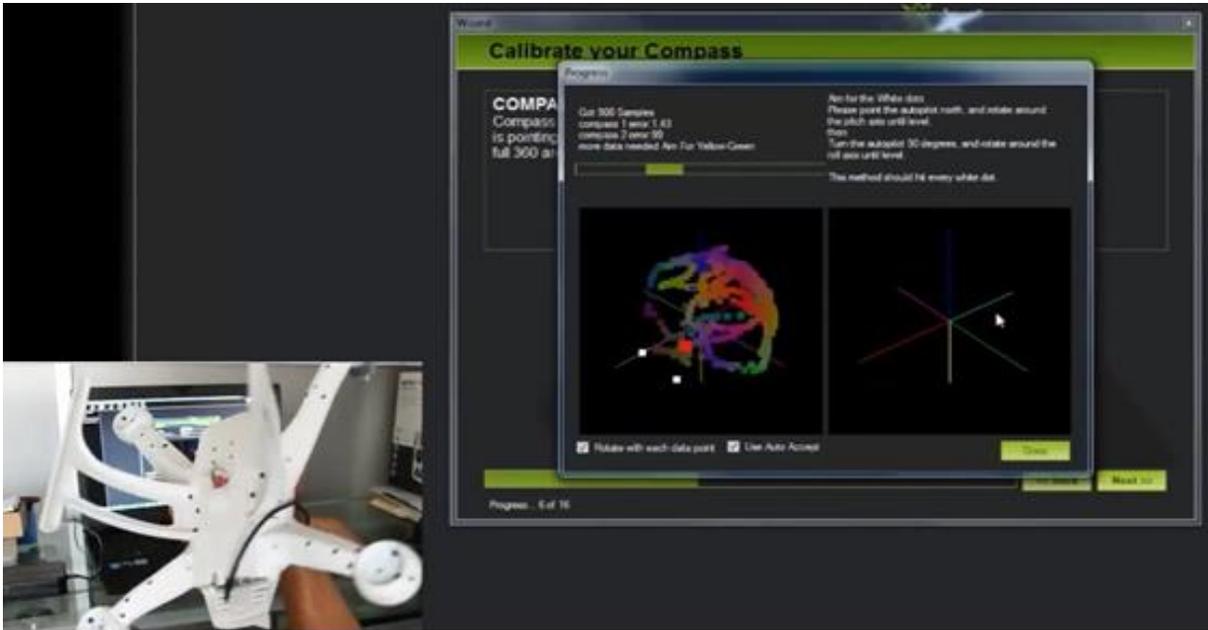


Figura 7.2.9: Calibrador de compas

En la figura 7.2.9 se realiza el siguiente paso que es calibración del compás de los movimientos que hace en el aire la aeronave. Se tiene que capturar el punto rojo y los puntos blancos que representa cada uno de los parámetros que requiere el compás, para esto se requiere girar la aeronave hasta encontrar los puntos.



Figura 7.2.10: Configuración de batería

En la figura 7.2.10 nos muestra la configuración de la batería, en este caso se deja con las opciones que viene y le damos continuar.

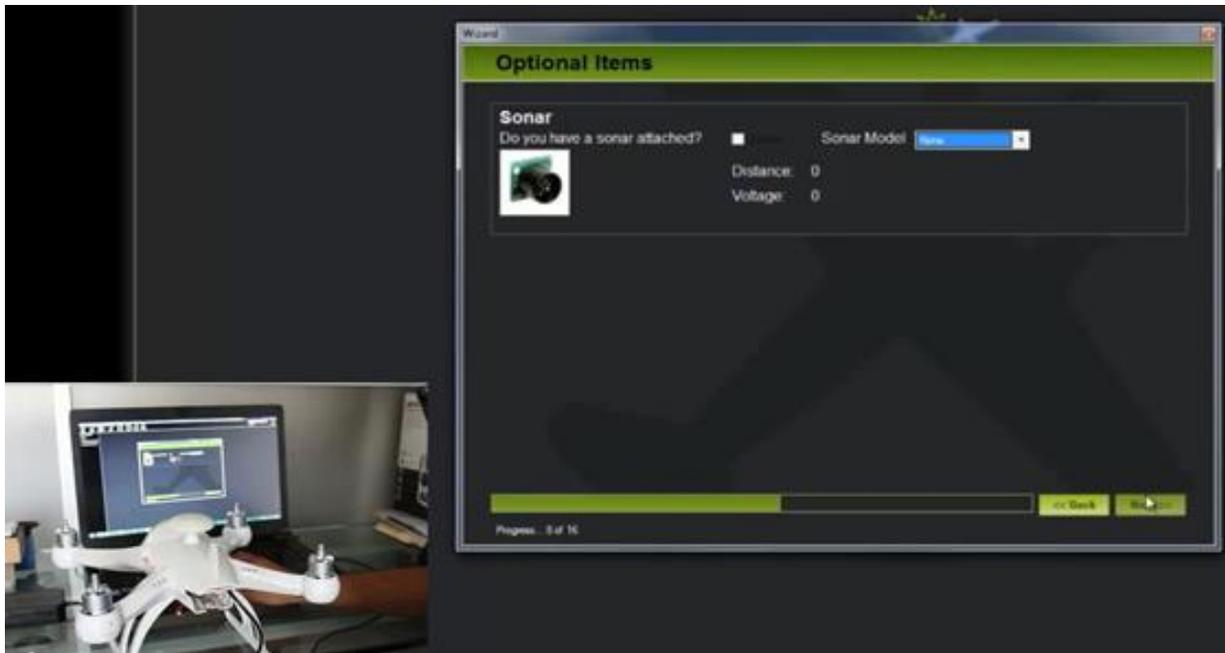


Figura 7.2.11: Configuración de la cámara

En la siguiente figura 7.2.11 se realiza la configuración de la cámara, en este caso se deja con las opciones que viene y le damos continuar.



Figura 7.2.12: Calibración del control

En la figura 7.2.12 procedemos con la calibración del control, en este proceso se tiene que encender el control para dar la función de cada botón, en caso de los análogos se gira para que queden calibradas, con los canales de radiofrecuencia se desplaza su límite hasta que llegue en color rojo como se muestra en la figura 7.2.12.

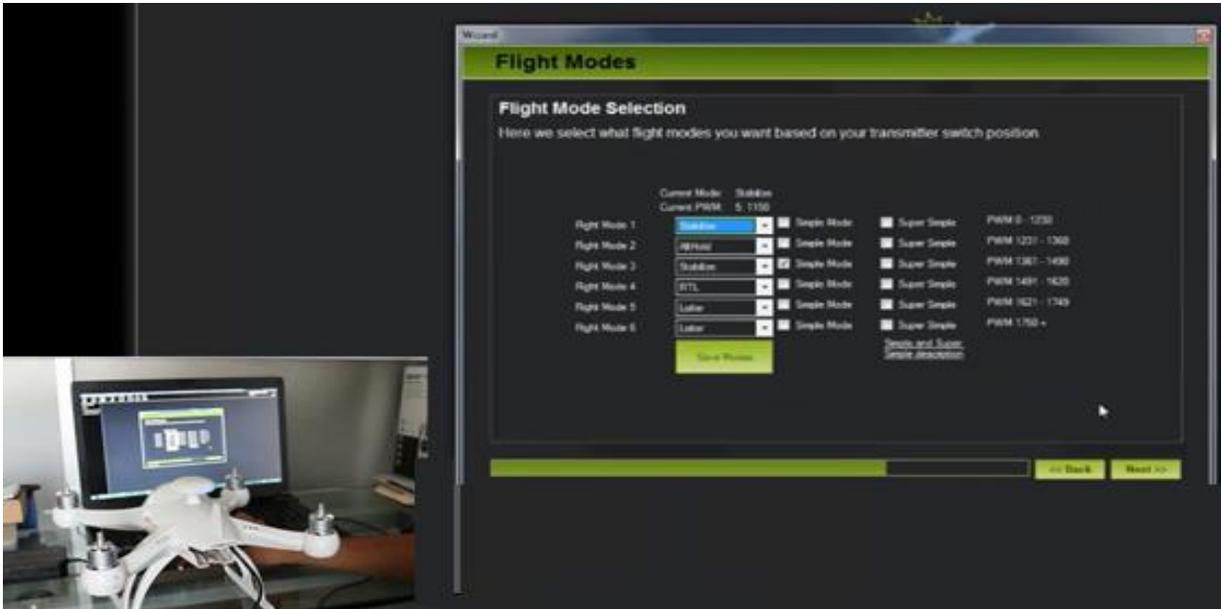


Figura 7.2.13: Configuración de vuelo

En la figura 7.2.13 se realiza la configuración modo de vuelo, en este proceso se deja con las opciones que te propone el software Mission Planner para evitar otras formas de vuelo o cambiar los giros de los motores.

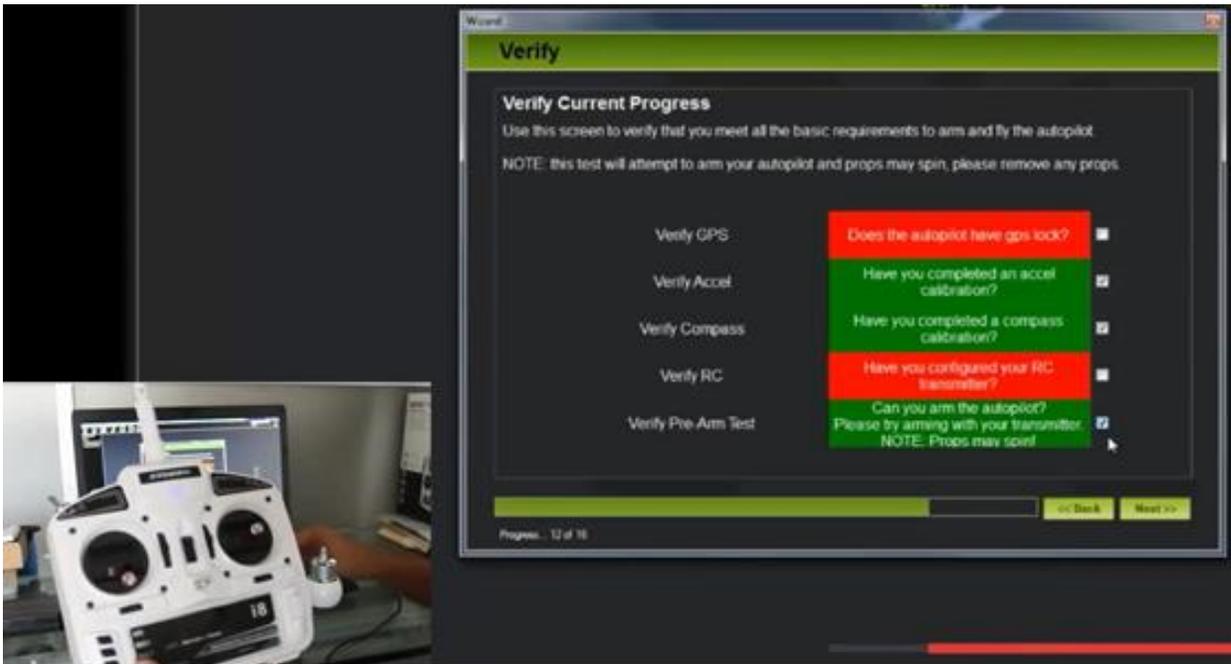


Figura 7.2.14: Verificación de arranque

En la figura 7.2.14 nos muestra la opción que es el último paso, la activación de modo de encendido para volar la aeronave y con eso damos a terminar todo el proceso de calibración del Drone modelo Helidroid KB-1000.

7.3 Diseño en SolidWorks

Empezando a realizar el diseño con el software Solidwork, podemos observar en la figura 7.3.1 que se usaron dos planos para hacer la parte de la base central y una pata donde ira el motor y para el otro extremo de la pata se uso un plano simetrico para tener las mismas medidas.

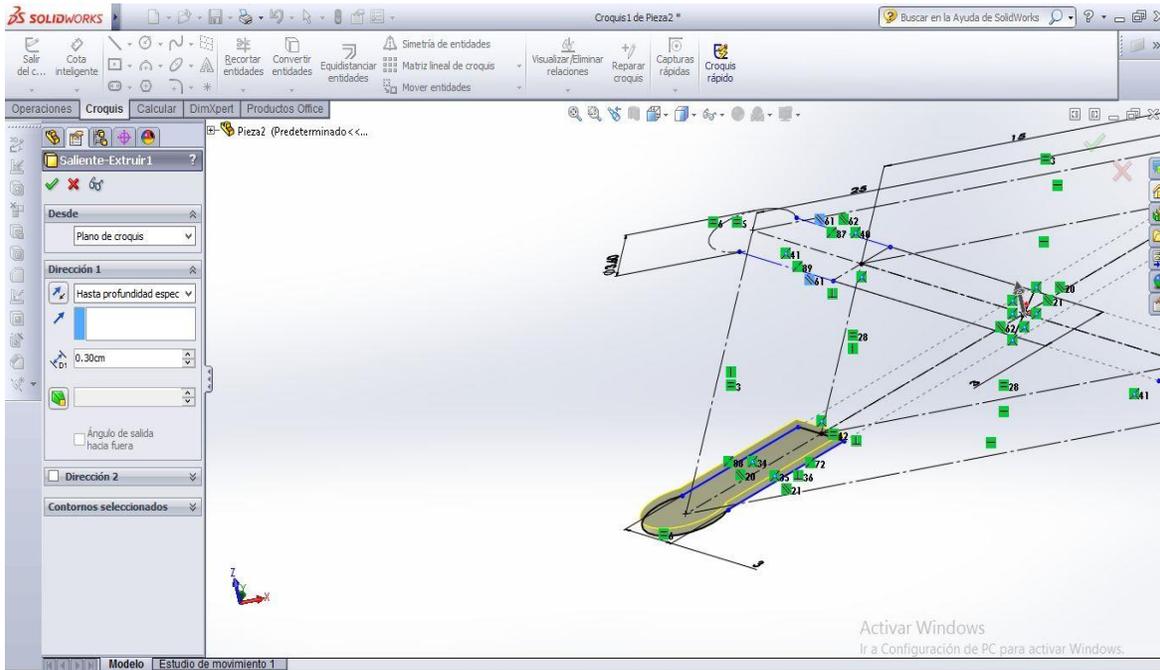


Figura 7.3.1: Diseño de la pata del Drone

En la figura 7.3.2 podemos ver la medida del grosor que son .3 Milímetros de la base donde ira puesto el motor de manera centrada con una profundidad de .1 Milímetros, usando la herramienta que se llama Saliente-Extruir en SolidWorks para que tenga un mejor soporte de tensión al poner el motor y tenga más resistencia al tener un golpe en una caída.

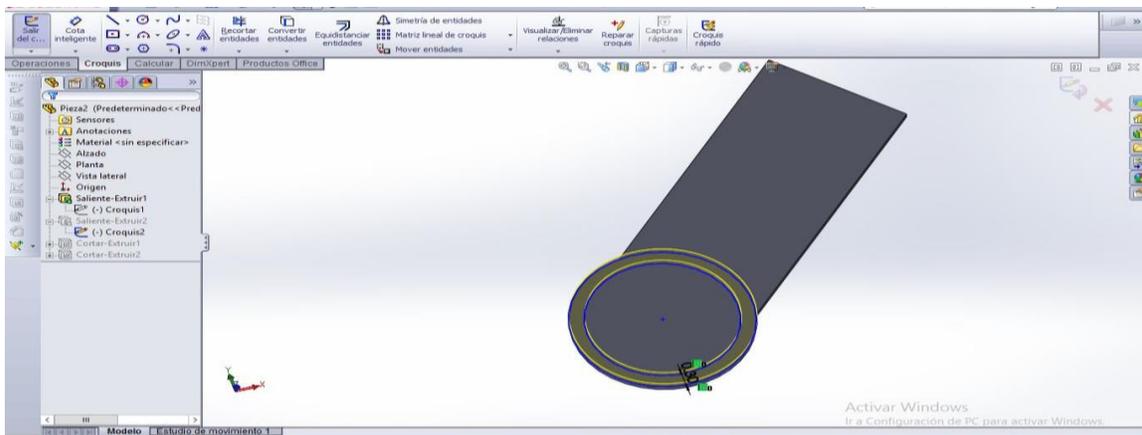


Figura 7.3.2: Grosor de la base donde va el motor

En la siguiente figura 7.3.3 observamos el otro diseño que se realizó que es una pata, de manera que se le agrego una pestaña de 1.5 Centímetros y con un grosor de 1.5 Milímetros en el extremo para que se pueda combinar con el otro extremo de la pestaña de la base central con las mismas medidas que contiene esta pestaña, para esto se usó la herramienta cortar-extruir en SolidWorks.

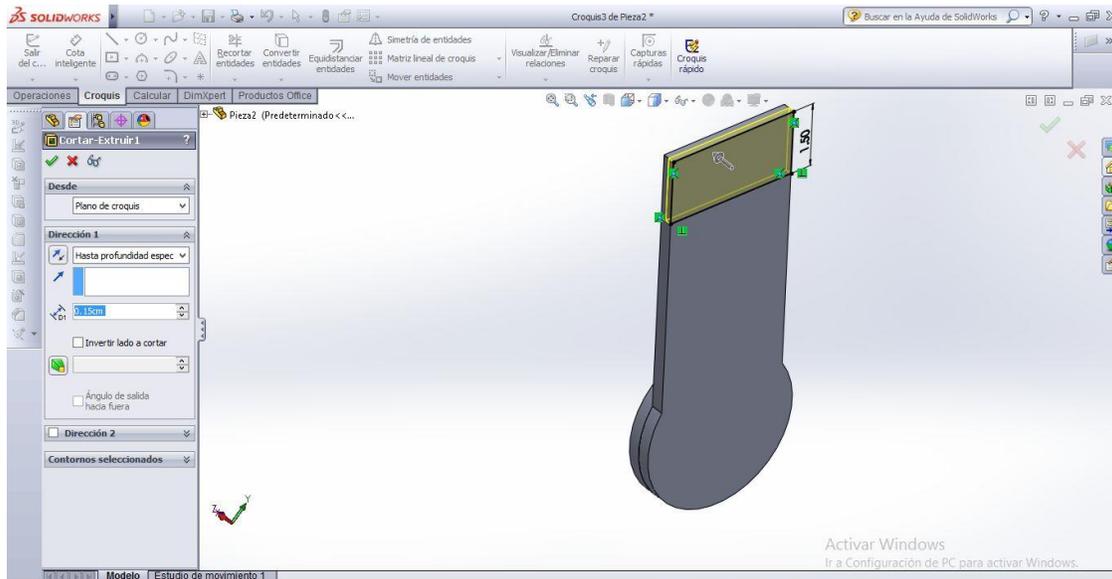


Figura 7.3.3: Pestaña de Unión

En la siguiente figura 7.3.4 podemos ver los siguientes soportes de agarre que se araran físicamente para el motor después de que se imprima el diseño. Para esto usamos la herramienta de dirección y profundidad en SolidWorks.

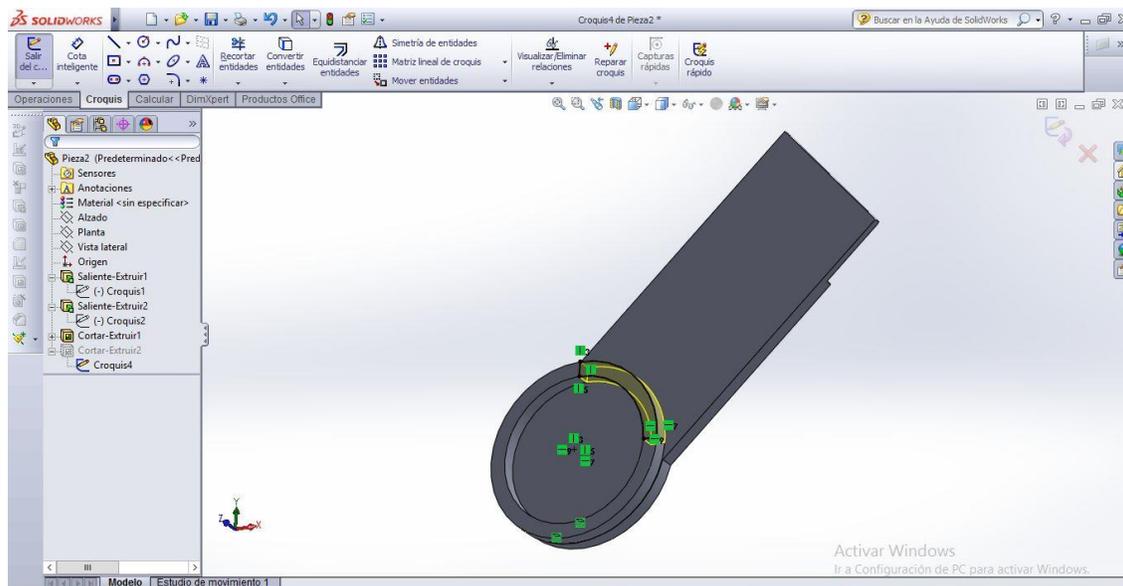


Figura 7.3.4: Base central del motor

En la figura 7.3.5 vemos los siguientes ángulos que se usaron para la base del motor que son de 4.7 Centímetros de diámetro, y una distancia de 25 centímetros de separación de cada base de los motores, también se puede observar que tiene una profundidad de 4 centímetros en la parte del centro para que se pueda guardar bien la placa del circuito junto con la batería.

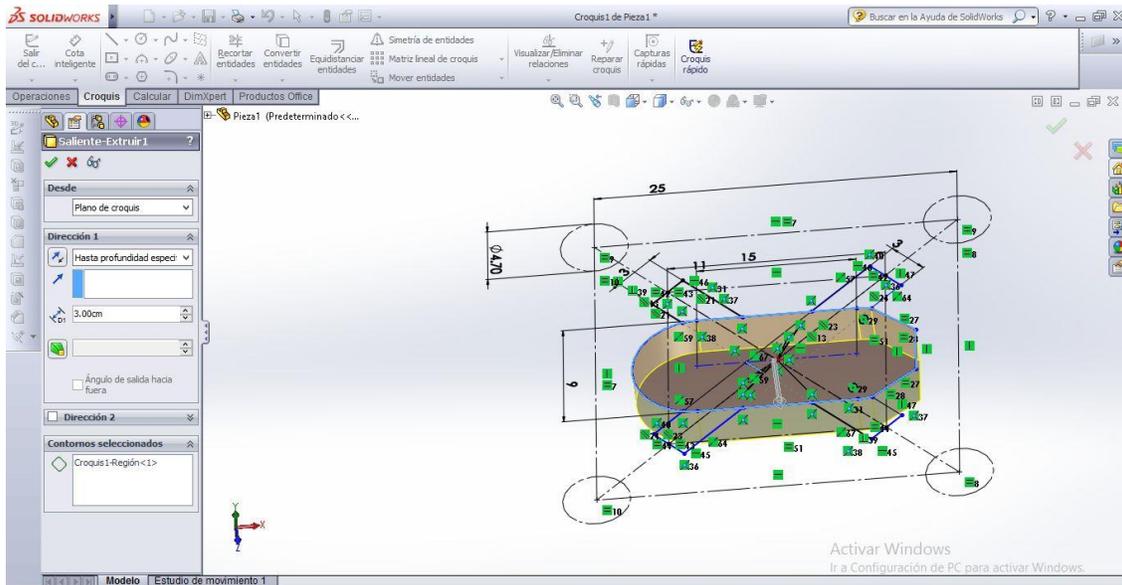


Figura 7.3.5: Base central de Drone

En la figura 7.3.6 nos muestra la parte central trasera donde la mayor parte del diseño cuenta con un grueso de 3 milímetros, nada más las pestañas de 1.5 centímetros de largo y tiene un grosor de 1.5 milímetros para que se pueda combinar con las patas que se realizó en otro diseño de SolidWorks.

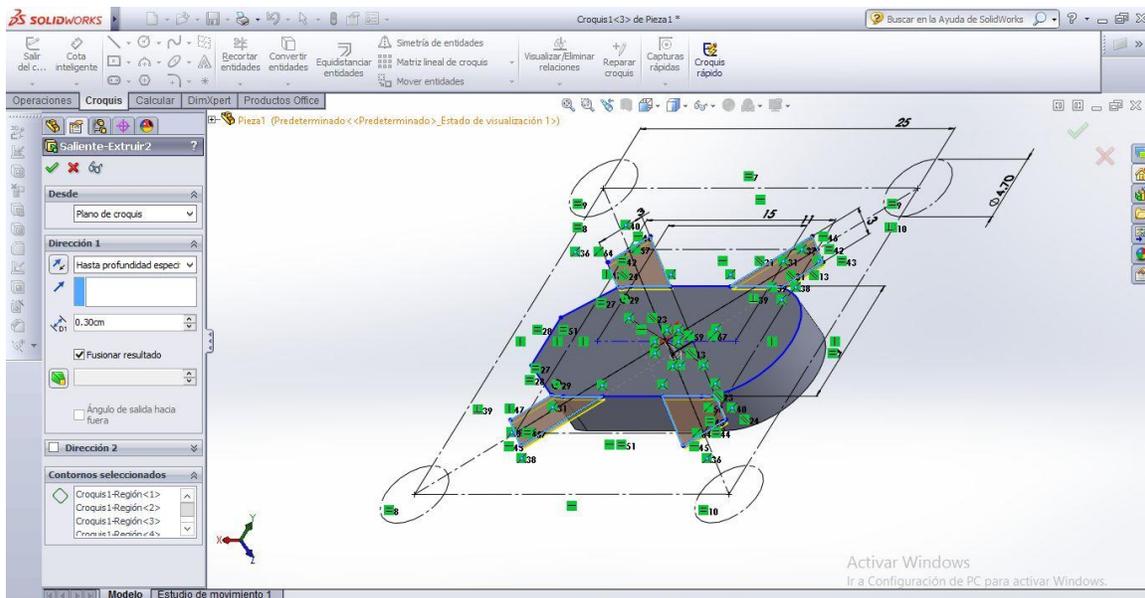


Figura 7.3.6: Medidas de la base central del Drone

Construcción del diseño de la aeronave que se hicieron con el software SolidWorks, A continuación, veremos unas imágenes de los avances del prototipo de las partes del Drone, Se realizó una mejora del diseño de las partes para tener un mejor control en el peso de la aeronave, usando el programa de SolidWorks.

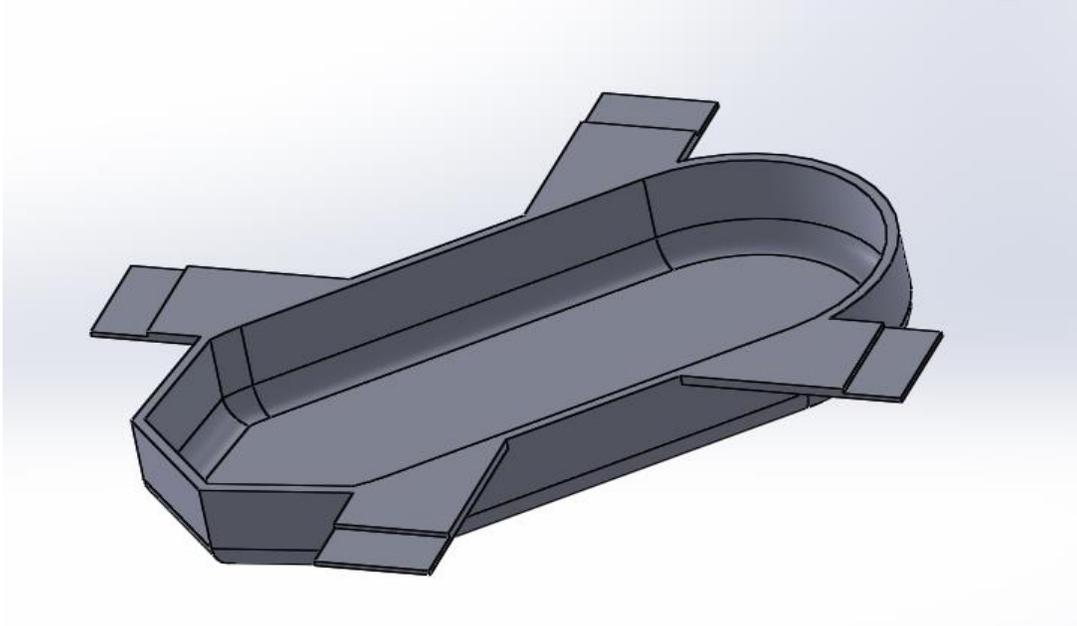


Figura 7.3.7: Parte central

En la figura 7.3.7 observamos el diseño de la parte central del Drone sin las patas donde se encuentra la base del motor, el diseño se elaboró en dos partes porque no se cuenta con una impresora 3D que pueda imprimir el tamaño completo, por lo siguiente en la figura 7.3.8 observaremos el diseño de las patas donde ira el motor.

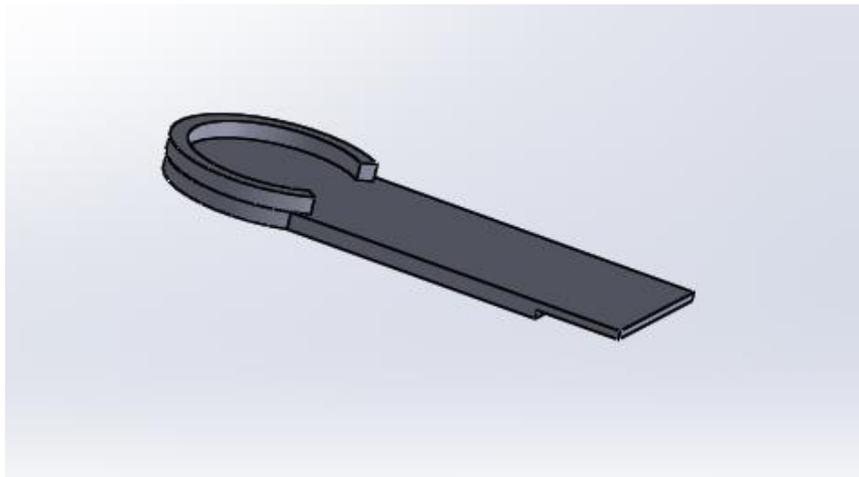


Figura 7.3.8: Diseño de una pata del Drone.

7.4 Drivers y Motores que se usan en el Drone

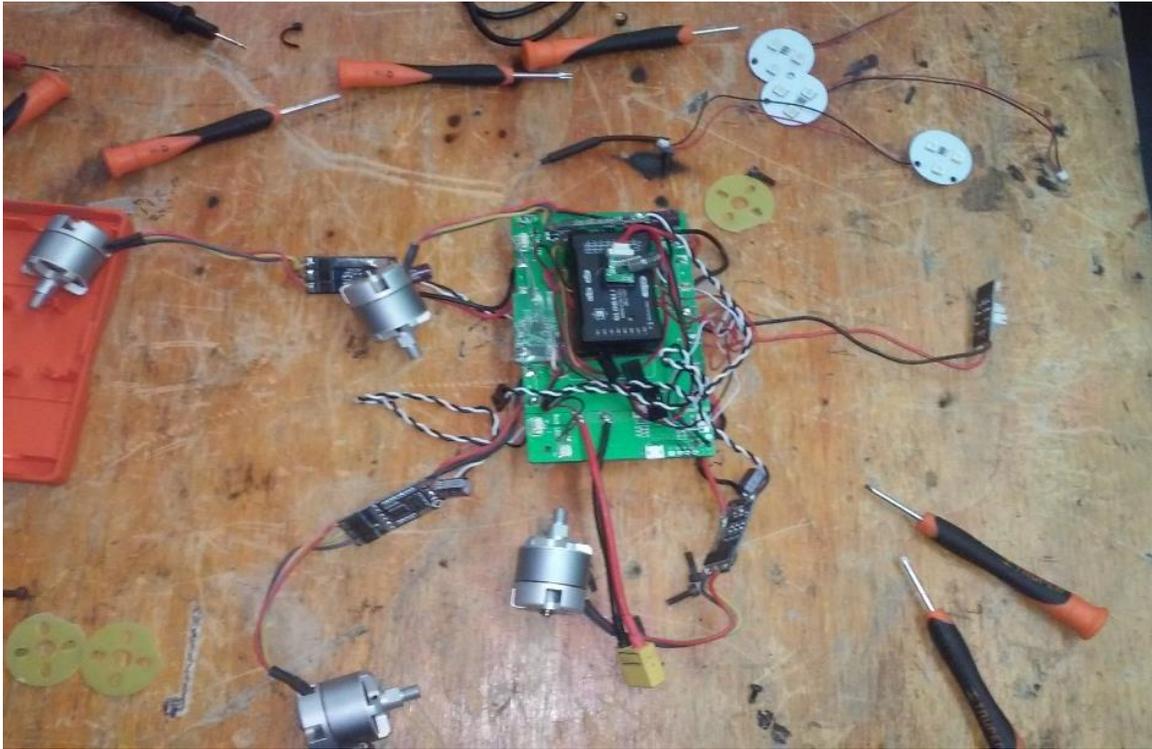


Figura 7.4.1: Drivers & Motores

En la figura 7.4.1 se ven los resultados exitosos de las conexiones de los drivers con los motores, a cada uno de los motores se agregaron las modificaciones necesarias para tener un buen funcionamiento y pueda levantar el Drone sin problemas, estas reparaciones se realizaron antes de hacer las pruebas de vuelos de la aeronave.

Gracias a este proyecto tuvimos la oportunidad de mejorar las características de un Drone de fábrica, en función de este proyecto logramos ver resultados que es más ligero y un mejor rendimiento de tiempo en el área donde se esté controlando para volar para realizar actividades de grabación o capturas de imágenes.

7.5 Pruebas de despegue con diferentes medidas de peso



Figura 7.5.1: Bascula Analítica

En la figura podemos observar que el tornillo fue pesado con una báscula analítica para saber el peso más exacto y poder realizar las pruebas de contrapeso con el Drone al despegar.



Figura 7.5.2: Vaso de Unicel

En la figura se demuestra un vaso de unicel que tiene como características 1.2 mm de grosor y que cuenta con un peso de 1.05 gramos.



Figura 7.5.3: Tornillo Msc M6x15 Aluminio Negro

En la figura se observa los Tornillos MSC M6x15 en aluminio de calidad, en color negro resistente y ligero (1,8gr), es un tornillo especialmente diseñado para ajustar nuestro desviador en el cuadro o también los platos para nuestras bielas de la bicicleta.

Tornillos Modelo M8 (10.05 gramos por unidad)	Cantidad	Peso Total (Gramos)	Elevación en despegue (Centímetros)	Observaciones
	1	10.05	900	Se mejoran las funciones, pero no llego alcanzar el límite de altura de lo indicado del Drone que son 1,200 cm.
	2	20.10	700	Supero la altura y ya era más ligero sin importar al máximo de altura.
	3	30.15	400	Alcanza el doble del límite de altura que cuando tenía 4 tornillos, pero no es ligero.
	4	40.20	200	Estable y más ligero, pero no llegaba al límite de altura.
	5	50.25	45	Permanecía estable y no era ligero para moverse.
	6	60.30	20	No tenía mucho control de dirección.
	7	70.35	4	No era muy estable, tenía golpes de bajada.

Tabla 7.5.1: Características de diferentes pesos al despegar el Drone.

8.- Metodología

1. Modelado del Quadrotor

Se seleccionará un modelo matemático adecuado a los objetivos de control, se realizará estudios de las variables más importantes, velocidades de los rotores, mediciones de los sensores, peso del Quadrotor, distancia entre los rotores y centro de masa, entre otros.

2. Estrategias de control.

Se realizará un estudio estrategias de control Proporcional-integral (PI) y proporcional integral derivativo (PID) que se puedan implementar en el Quadrotor.

3. Diseño de controladores.

Estos diseños están representados por ecuaciones altamente no lineales por lo cual es importante considerar nuevas teorías de modelados sin perder compromiso entre la representación de las dinámicas y el diseño de controladores.

4. Cálculos de navegación.

Para la navegación del Quadrotor es importante tomar en cuenta los siguientes puntos.

- Estimación de altitud
- Estimación de traslación y velocidad
- Estimación de posición

5. Cálculos de los controladores

Para el control se necesita manipular los dispositivos tomando a consideración los siguientes puntos:

- Controlador de los motores
- Controlador de altitud
- Trayectoria de control

6. Diseño del Quadrotor.

Se realizará el diseño del Quadrotor mediante tecnologías open-source y open hardware, y análisis estructural del Quadrotor como motores, hélices, controladores para los motores, controladores de vuelo, el tipo de interfaz que se utilizará para la comunicación.

9.- Conclusión

Se tuvieron mejores resultados de vuelo y de ser más ligero y tener más rendimiento en el tiempo de vuelo, gracias por las mejoras del tamaño de las piezas que se cambiaron que fueron las patas frontal y traseras y así uniando el cuerpo central con ellas. El Quadricoptero obtuvo un mejor funcionamiento y tener un mejor tiempo de grabación en el área en el que este volando la aeronave.

10.- Referencias Bibliográficas

- 1.- K. Penga, G. Caib, B. M. Chenb, M. Dongb, K. Yew Luma, T. H. Leeb, "Design and implementation of an autonomous flight control law for a UAV helicopter," *Automatica*, vol. 45, nº 10, p. 2333–2338, 2009.
- 2.- G. Zhou, C. Li, P. Cheng, "Unmanned aerial vehicle (UAV) real-time video registration for forest fire monitoring," *Geoscience and Remote Sensing Symposium, 2005. IGARSS '05. Proceedings. 2005 IEEE International*, vol. 3, pp. 1803 - 1806, 2005.
- 3.- C. Briese, M. Wieser, G. Verhoeven, P. Glira, M. Doneus, N. Pfeifer, "Accuracy analysis of direct georeferenced UAV images utilising lowcost navigation sensors," *de EGU General Assembly 2014, Vienna, Austria*, 2014.
- 4.- J. Gebauer, P. Koci, P. Sofer, "Multicopter potentialities," *Carpathian Control Conference (ICCC), 2012 13th International, High Tatras*, 2012.
- 5.-R. Baranek, F. Solc, "Modelling and control of a hexa-copter", *Carpathian Control Conference (ICCC), 2012 13th International, High Tatras*, 2012.
- 6.- A. A. Matthew, "Octo-copter structural design," *Department of Mechanical Engineering, Degree of Bachelor of Engineering National University of Singapore*, 2013.
- 7.- A. Sanchez, L. R. García Carrillo, E. Rondon, R. Lozano, O. Garcia, «Hovering Flight Improvement of a Quad-rotor Mini UAV Using Brushless DC Motors, » *Journal of Intelligent & Robotic Systems*, vol. 61, nº 1-4, pp. 85-101, 2011.
- 8.- P. J. Bristeau, P. Martin, E. Salaün, N. Petit, "The role of propeller aerodynamics in the model of a quadrotor UAV," *Proceedings of the European Control Conference, Budapest, Hungary*, 2009.
- 9.- L. Sahawneh, M. A. Jarrah, "Development and calibration of low cost MEMS IMU for UAV applications," *Mechatronics and Its Applications, 2008. ISMA 2008. 5th International Symposium on, Amman, Jordan*, 2008.
- 10.- J. Stockton, B. Bettinger, A. Arena, R. Gaeta, J. Jacob, "Design and Manufacturing of Composite Propellers for SUAS," *51st AIAA Aerospace science meeting including the new horizons forum and aerospace exposition, Grapevine, Texas, EEUU*, 2013.

- 11.- R. S. F. Baranek, «Modelling and control of a hexa-copter, » de Carpathian Control Conference (ICCC), 2012 13th International, High Tatras, 2012.
- 12.- «APM Copter,» 3DRobotics, [En línea]. Available: <http://copter.ardupilot.com/?lang=es>. [2015].
- 13.- M. Villani, M. Tursini, G. Fabri y L. Castellini, «High Reliability Permanent Magnet Brushless Motor Drive for Aircraft Application, » Industrial Electronics, IEEE Transactions on, vol. 59, nº 5, pp. 2073- 2081, 2011.
- 14.- B. Schneider, «A guide to LiPo Batteries, » [En línea]. Available: http://www.rcaces.org/RC%20Aces%20News%20Letter/A_Guide_to_LiPo_Batteries.pdf. [2015].
- 15.- P. Bristeau, M. Philippe, E. Salaün y N. Petit, «The Role of Propeller Aerodynamics in the Model of a Quadrotor UAV, » de Proceedings of the European Control Conference, Budapest, Hungría, 2009.