

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ

REPORTE DE RESIDENCIA PROFESIONAL

PROYECTO

Diseño y construcción de un cuadricóptero de vigilancia. 2º
Etapa (Hardware prototipo electromecánico).

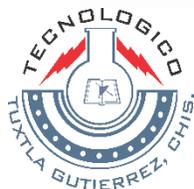
PRESENTA

Saraín Joel López Domínguez

ASESOR INTERNO - EXTERNO

Ing. *Raúl Moreno Rincón*

ENERO 2017



ÍNDICE

Capítulo I.....	Pág. 4
1. Introducción.....	Pág. 4
1.2. Misión y Visión.....	Pág. 5
1.2.1. Misión.....	Pág. 5
1.2.2. Visión.....	Pág. 5
1.2.3. Valores institucionales.....	Pág. 5
Capítulo II.....	Pág. 6
2. Antecedentes.....	Pág. 6
2.1. Planteamiento del problema.....	Pág. 9
2.2. Nombre del proyecto.....	Pág. 10
2.3. Objetivos general y específicos.....	Pág. 10
2.3.1. Objetivo general.....	Pág. 10
2.3.2. Objetivos específicos.....	Pág. 10
2.4. Justificación del proyecto.....	Pág. 10
2.5. Alcances y limitaciones del proyecto.....	Pág. 11
2.5.1. Alcance.....	Pág. 11
2.5.2. Limitaciones.....	Pág. 11
2.6. Metodología.....	Pág. 11
Capítulo III.....	Pág. 12
3. Fundamento teórico.....	Pág. 12

Capítulo IV.....	Pág.19
4. Procedimiento y descripción de las actividades realizadas.....	Pág. 19
4.1. Construcción de la estructura del cuadricóptero.....	Pág. 19
4.2. Construcción del sistema electrónico del cuadricóptero y armado del cuadricóptero.....	Pág. 25
4.3 Simulación del cuadricóptero.....	Pág. 31
Capítulo V.....	Pág. 32
5. Resultados, planos, gráficas, prototipos y programas.....	Pág. 32
5.1 Resultados.....	Pág. 32
5.2. Prototipo.....	Pág. 34
5.3. Conclusiones y recomendaciones.....	Pág. 35
5.4. Referencias bibliográficas.....	Pág. 36
5.5. Anexos.....	Pág. 37

Capítulo I

1. Introducción

En el siguiente trabajo se detalla el diseño y construcción de un cuadricóptero, (vehículo aéreo no tripulado) así como su aplicación para la vigilancia. Explicaremos los eventos que dieron origen a esta aeronave, y el impacto que ha tenido en diversas ramas de la ciencia; se mencionara la evolución de estos vehículos, y las aplicaciones que han surgido haciendo énfasis en la vigilancia.

Se mencionarán los componentes de esta aeronave, y la función de cada parte que lo integra, para dar a conocer el funcionamiento del sistema como tal.

Se darán a conocer los objetivos del proyecto y como se pretende hacer una mejora del sistema de un cuadricóptero, como son el peso que puede soportar, el desplazamiento, el aprovechamiento de la energía, etc.

Se expondrá la metodología para este proyecto donde se detallan los procesos de diseño, así como las etapas para la realización del proyecto y el tiempo para cada una de ellas, los costos que involucran los materiales para el proyecto, las herramientas de trabajo, etc.

Finalmente expondremos los resultados, las conclusiones y las recomendaciones que se obtuvieron al realizar este proyecto.

1.2. Misión y visión

1.2.1. Visión

Ser una institución de excelencia en la educación superior tecnológica del sureste, comprometida con el desarrollo socioeconómico sustentable de la región.

1.2.2. Misión

Formar de manera integral profesionistas de excelencia en el campo de la ciencia y la tecnología con actitud emprendedora, respeto al medio ambiente y apego a los valores éticos.

1.2.3. Valores institucionales

- El ser humano
- El espíritu de servicio
- El liderazgo
- El trabajo en equipo
- La calidad
- El alto desempeño
- Respeto al medioambiente

Capítulo II

2. Antecedentes

- Los Globos Austríacos

Los datos más antiguos que se tiene sobre el uso de plataformas aéreas no tripuladas UAV datan de 1849, cuando el día 22 de agosto de ese año el ejército Austriaco uso en una batalla contra la ciudad de Venecia globos cargados con explosivos. Estos globos se lanzaron desde uno de los barcos Austriacos llamado **Vulcano**. Aunque alguno de estos globos funcionó, dependían mucho del viento y muchos de ellos se desviaron grandes distancias o incluso volaron de vuelta a los barcos de la armada austriaca. Los globos explotaban una vez estaban sobre la ciudad mediante un sistema con una batería galvánica con un hilo de cobre aislado. Los explosivos caían verticalmente tras desinflarse el globo y explosionaban.

Aunque los globos no concuerdan con la definición actual Drones/UAV, el concepto si se ajusta al de "plataforma no tripulada que porta una carga útil", en este caso explosivos.



- Primera Guerra Mundial

Las primeras aeronaves no tripuladas fueron construidas durante y justamente después de la IGM. El primero fue el "Aerial Target" que data de 1916 (Blanco o diana aérea) controlado mediante radiofrecuencia AM baja para afinar la puntería de la artillería anti aérea.

El desarrollo de los Drones fue de la mano del de los misiles como forma de guiar los explosivos hacia un objetivo mediante seguimiento de este.

- Reginald Leigh Dugmore y los radio planos



Fue un actor con gran pasión por los aviones que lo llevo a diseñar un prototipo que no se inspiraba en ningún avión conocido pero que tenía un aspecto propio de las aeronaves de los años veinte que más tarde sería conocido como el vehículo aéreo no tripulado. En 1920 se hizo piloto de acrobacias. En 1934 creó la empresa Reginald Denny Industries, para la fabricación de aviones a radiocontrol.

- Década de los 70

En 1970 se decidió que era el momento oportuno para los vehículos teledirigidos (RPVs). La Fuerza Aérea puso en marcha un programa para aumentar las capacidades de alcance y de vigilancia electrónica de las RPV. El programa consistió en la financiación de las compañías *Boeing* y *Ryan* para desarrollar aviones no tripulados resistentes que volaran a gran altitud. Estos prototipos fueron los más ambiciosos aviones teledirigidos de vigilancia no tripulados en la historia de la Fuerza Aérea, capaces de volar más de 24 horas, siendo pilotados desde el suelo.



Al mismo tiempo que los aviones no tripulados, se desarrollaron una serie de “mini-RPV” como los prototipos *Praeire*, que eran capaces de llevar láser y cámaras de video. Además de aviones no tripulados de vigilancia, la Fuerza Aérea comenzó a experimentar con *Firebees* armados.

- Evolución en los 80



Solo fue con el profundo desarrollo en computación y sistemas de control electrónico durante los años 80 y 90 que los drones del presente fueron tomando forma. Y no sería hasta finales de los 90 que las fuerzas aéreas americanas comenzaron a tratar los aspectos técnicos que llevaron a dotar a estos de drones de misiles.

- Época actual

Hoy en día se han convertido en el paradigma táctico del siglo XXI. Afortunadamente la guerra, aun siendo el motivo de su éxito y desarrollo, no es el único uso que podemos dar a los drones ya que existen un sin fin de buenas y positivas aplicaciones para investigación, conservación, salvamento, infraestructuras, rescate y búsqueda de víctimas entre otras muchas.



2.1. Planteamiento del problema

La tecnología ha evolucionado de tal manera que permite al ser humano desarrollar procesos de alta dificultad para cualquier persona, o mejorar el rendimiento y la calidad en el trabajo de este, obteniendo mayor precisión y comodidad en las actividades. Tal es el caso de la vigilancia, donde se encuentran diversos sistemas de monitoreo usando dispositivos, como cámaras de vigilancia, y personas, que se encuentran al cuidado de múltiples lugares como centros comerciales, equipos de gran importancia, instituciones, etc. Buscando siempre que los procesos de operación sean correctos y seguros, permitiendo prevenir anomalías tanto internas como externas al sistema de trabajo.

Dentro de la vigilancia es necesario un sistema de supervisión, control y adquisición de información, que permita tener la máxima seguridad de que las condiciones de trabajo son adecuadas. Obteniendo información proveniente de lugares de difícil acceso para el ser humano, en condiciones desfavorables para este, o incluso de alto riesgo. Recopilando información en tiempo real de los eventos que ocurren, y poder efectuar un mejor control con respecto a estos eventos; permitiendo el transporte de equipos, herramientas, o cualquier otro objeto para dar una respuesta a los sucesos que pudiesen producirse. Y manteniendo una comunicación clara y precisa entre la parte de monitoreo y la de control.

El presente proyecto, busca desarrollar una unidad de monitoreo, utilizando un vehículo aéreo no tripulado, que aparte de tener acceso a diferentes lugares, permita una comunicación por medio de radiofrecuencias para un sistema de vigilancia. Esta aeronave cuenta con una cámara de alta calidad para obtener información de los eventos en tiempo real dentro del sistema a monitorear. Así como el transporte de materiales, objetos, y herramientas de un peso específico para mejorar la respuesta a los eventos que se generen. El sistema además puede tener autonomía en cuanto a la activación de alarmas y sistemas de protección que son determinados por la parte de control.

Los parámetros para esta unidad de supervisión son las siguientes:

- Actividades de las personas.
- Temperatura ambiental del lugar.
- Estado de trabajo de algún equipo.
- Condiciones climáticas.

2.2. Nombre del proyecto

Diseño y construcción de un cuadricóptero de vigilancia. 2º Etapa (hardware prototipo electromecánico).

2.3. Objetivos generales y específicos

2.3.1. Objetivo general

Construir un prototipo de cuadricóptero con la capacidad de realizar movimientos de avance y cambio de direcciones de forma estable, sobre el cual pueda instalarse una cámara de vigilancia.

2.3.2 Objetivos específicos

1. Diseñar una estructura de cuadricóptero con partes ajustables que permita el cambio de dimensiones en sus componentes.
2. Fabricar una estructura de cuadricóptero por medio de una impresora 3D.
3. Construir un sistema electrónico para una estructura de cuadricóptero.
4. Implementar el uso de un cuadricóptero de vigilancia que permita instalar una cámara de vigilancia y mejore el rendimiento del dispositivo.

2.4. Justificación del proyecto

Este proyecto aporta mejoras al sistema de vigilancia de la institución permitiendo un monitoreo de los sucesos en tiempo real y obteniendo información en diversos ángulos de vista y a aplicable a múltiples lugares que resultarían dificultosos para el personal de vigilancia. Manteniendo una buena comunicación entre un sistema de vigilancia y control, permitiendo la respuesta pronta del personal ante sucesos que pueden afectar el funcionamiento correcto de la institución.

El proyecto puede tener mejoras en la respuesta de la vigilancia por medio de la autonomía para la activación de sistemas de alarma y sistemas alternos como ayuda para el personal a cargo de la seguridad de la institución.

2.5. Alcances y limitaciones del proyecto.

2.5.1. Alcance

Realizar el monitoreo eficiente de la institución permitiendo una mejora en la vigilancia por medio de una comunicación en tiempo real.

2.5.2. Limitaciones

El proyecto requiere de alto consumo de energía, para su funcionamiento y por lo tanto el tiempo de monitoreo se reduce debido a la capacidad de almacenamiento de energía que posee. Además, requiere un periodo de tiempo elevado para su recarga de energía.

2.6. Metodología del proyecto

- Investigación teórica durante cuatro semanas en la cual proporcione información necesaria, para la realización del proyecto.
- Reconocimiento las necesidades del lugar en donde se implementará el proyecto.
- Investigación los materiales y herramientas que se necesitan para el proyecto, así como también realizar una cotización de estos.
- Construcción de la estructura del cuadricóptero.
- Construcción del sistema electrónico del cuadricóptero y armado del cuadricóptero.
- Simulación del cuadricóptero.
- Reporte final

Capitulo III

3. Fundamento teórico

Dron



El léxico oficial del ejército norteamericano define al dron como “vehículo terrestre, naval o aeronáutico, controlado a distancia o de forma automática. La familia de los drones no solo está compuesta por objetos voladores: puede tener todas las formas permitidas por las familias de armas: drones terrestres, drones marinos, drones submarinos, e incluso drones subterráneos concebidos como si fueran grandes topos subterráneos.



Un dron puede ser controlado a distancia, por operadores humanos (principio del telecomunicado), o de manera autónoma, mediante dispositivos robóticos, (principio del pilotaje automático). (Chamayou, 2013)

Aeronave multirrotor

El multirrotor basa la sustentación en el principio de las alas giratorias. La diferencia viene dada en que este tipo de RPA emplea más de dos rotores para generar la sustentación necesaria para generar la sustentación necesaria para volar y las palas de los mismos son de paso fijo. Para maniobrar varía la velocidad de giro de los rotores.

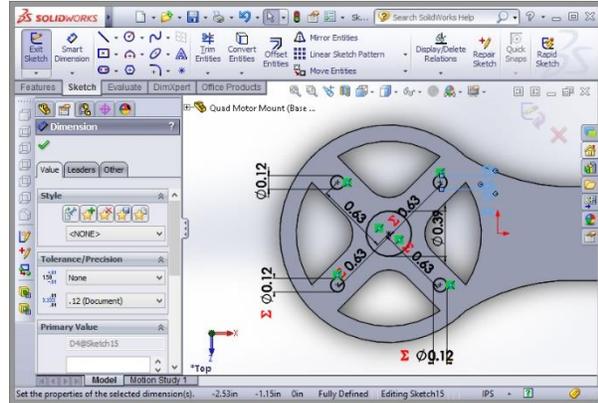


Aporta mayor estabilidad de vuelo y sus mecanismos son sencillos, permitiendo un menor mantenimiento y con inferiores posibilidades de avería. (Raquel, y otros, 2016)

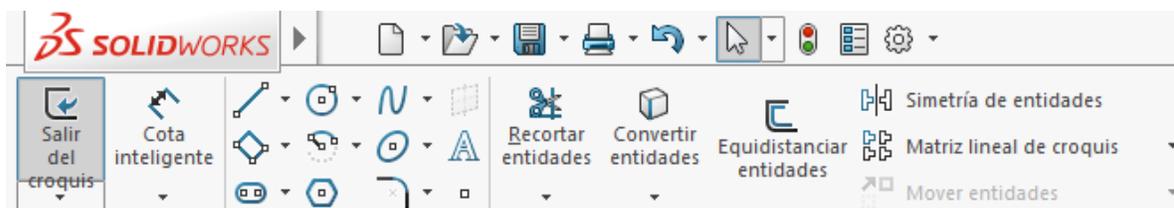
Solidworks

Los ingenieros encargados de la creación de diversas estructuras para la construcción de herramientas, mecanismos y piezas diversas, necesitaban de una herramienta que minimizara el tiempo y mantuviera un margen de precisión en la realización de estos trabajos, los cuales resultaban laboriosos para hacer con técnicos de dibujo en papel. Fue así como surgen los softwares de **diseño asistido por computadora** (CAD), que hoy en día son incluso automáticos, permitiendo la aceleración en los procesos de las industrias. (Shih, 2013)

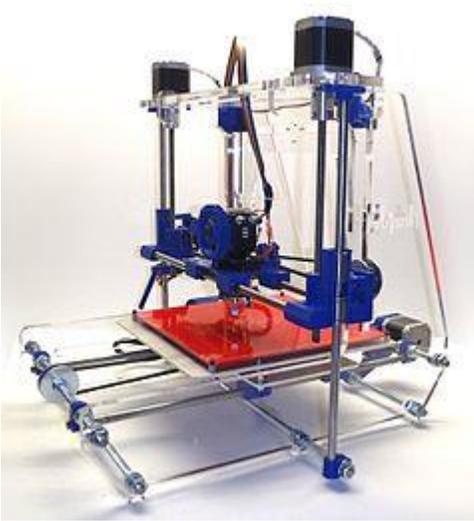
Solidwork es un software de **diseño asistido por computadora** (CAD) para el modelado mecánico en 3D. El programa permite modelar piezas y conjuntos y extraer de ellos tanto planos técnicos como otro tipo de información necesaria para la producción. El proceso consiste en traspasar la idea mental del diseñador al sistema CAD, "construyendo virtualmente" la pieza o conjunto. Posteriormente todas las extracciones (planos y ficheros de intercambio) se realizan de manera bastante automatizada.



Dibujo. El dibujo es visual y se hace utilizando un algún número de instrumentos de dibujo y figuras en un medio bidimensional. Los instrumentos más comunes incluyen lápiz, lapicero, tinta, cepillos, lápiz de color de cera, crayones. (Howard, 2013)



Impresora 3D



Una impresora 3D es una máquina capaz de realizar réplicas de diseños en 3D, creando piezas o maquetas volumétricas a partir de un diseño hecho por ordenador, descargado de internet o recogido a partir de un escáner 3D. Surgen con la idea de convertir archivos de 2D en prototipos reales o 3D. Comúnmente se ha utilizado en la prefabricación de piezas o componentes, en sectores como la arquitectura y el diseño industrial.

El prototipo rápido es solución para:

Diseño de dispositivos: crear prototipos aparentes y de cualquier complejidad directamente desde datos digitales de forma rápida y económica.

Imprimir partes a color: crear piezas a color de manera rápida y barata permite una comunicación más completa del diseño y una retroalimentación más constructiva.

Maquetas de presentación terminadas: Las piezas 3D pueden ser lijadas y pintadas para darles un acabado de primera clase. Pueden crearse réplicas exactas de los modelos de producción para solicitar opiniones en reuniones de grupos de discusión sobre proposición de nuevas características. (Rando, 2009)

MicroSD card



En la tarjeta MicroSD se guarda todos los datos que obtiene el dron, como puede ser fotos, videos, etc.

Es una parte muy importante del dron ya que, si perdiera la conexión con el emisor, este no podría enviar los datos. Si esto sucediese todos los datos quedarían guardados en la tarjeta hasta que se restableciera la señal GPRS, y este por sí mismo enviaría la información.

Antena GPS



La antena GPS externa está especialmente diseñada para una perfecta recepción de la señal del GPS. Permitiendo al dron mantener la orientación del vuelo, así como asignarle las rutas de vuelo respectivas, e indicarle acción de mantener posición, regreso a la base, etc.

Batería

Utilizamos baterías como sistema de aporte energético porque son fáciles de recargar, y mediante su corriente es posible alimentar todos los circuitos de drones de mediano y pequeño tamaño.

Drones de alta capacidad de carga pueden superar con facilidad los 20000 miliamperios.



**Lipo-Battery
11.1V 2200mAh (3S)**

Motor

Un **motor eléctrico sin escobillas** o motor *brushless* es un motor eléctrico que no emplea escobillas para realizar el cambio de polaridad en el rotor.

Los motores eléctricos solían tener un colector de delgas o un par de anillos rozantes. Estos sistemas, que producen rozamiento, disminuyen el rendimiento, desprenden calor y ruido, requieren mucho mantenimiento y pueden producir partículas de carbón que manchan el motor de un polvo que, además, puede ser conductor.



Hélices



Las hélices se encargan de empujar el aire necesario para que el dron pueda elevarse, y hacer las maniobras de vuelo. Una hélice rotando crea un momento igual y de sentido contrario que las manecillas del reloj, por el principio de acción-reacción de Newton, si no se compensa de alguna forma, hace que la aeronave se halle en desequilibrio, esta es la razón por la cual, se utilizan hélices y motores de diferente sentido de giro.

Frames

Los frames o carcasa del dron, se encargan de sostener a los demás componentes electrónicos, eléctricos, mecánicos y demás. Por lo tanto, debe ser de un material resistente, que soporte el peso de todos los componentes, y las fuerzas producidas por los motores, sin añadir pesos excesivos al dron mismo. Normalmente se tiene tres frames; el frame superior, el frame inferior y el frame de aterrizaje.



Tarjeta controladora de vuelo



La controladora de vuelo.

En general suelen tener todas una estructura similar y unos componentes más o menos sofisticados, pero en general, cuentan con:

- **Acelerómetro** para poder medir la propia “inercia” de los movimientos.
- **Giróscopo** para poder medir la velocidad angular de los cambios de posición.
- **Magnetómetro** utilizado como una brújula que permite saber en todo momento la dirección a la que apunta el dron.
- **Sensor barométrico** empleado para conocer con una precisión asombrosa la altura real de vuelo.
- **GPS** para poder conocer las coordenadas exactas en el espacio del dron (incluida la altura) y poder desplazarse de forma autónoma.
- **Un procesador** lo suficientemente potente como para realizar las máximas lecturas y operaciones por segundo en base a todos los datos que recibe (que no son pocos)

Con la combinación de todos esos componentes electrónicos, se consigue tener suficiente información del medio para poder tomar las decisiones correctas sobre los actuadores que deberán hacer posible el vuelo.

Control remoto



Es el dispositivo que controla el funcionamiento del cuadricóptero desde el suelo hacia el vuelo y viceversa. Controla cuatro tipos de movimientos: guiñada (hacia la derecha o izquierda del eje vertical), inclinación (hacia la derecha o izquierda del eje longitudinal), cabeceo (rotación hacia delante o hacia con respecto al eje transversal) y altitud (elevación en vertical).

Estos movimientos están controlados por la variación o el ajuste de la propulsión en cada hélice.

Controlador de velocidad



Los reguladores de velocidad son los encargados de hacer andar el motor, en el caso de radiocontrol, lo que hacen es medir el tiempo de 1ms a 2ms como un servo estándar y transformarlo en un máximo y mínimo de RPMs para el motor.

Tienen básicamente dos formas de operar, puede ser calibrado a una cierta cantidad de vueltas, supongamos 7000 RPMs, para la cual debería entregar cierta corriente programada. Si la carga aumenta, como podría ser el caso de un rotor de helicóptero, entonces el regulador, debería entregar más corriente para que se mantengan esas 7000 RPMs. El regulador controla la forma del pulso contra electromotriz (EMF) y así ajusta la corriente de salida.

CAPITULO IV

4. Procedimiento y descripción de las actividades realizadas.

Primeramente, se hizo una serie de investigaciones teóricas sobre el cuadricóptero.

- Tipos
- Costos
- Materiales de construcción
- Partes del cuadricóptero
- Componentes electrónicos
- Aplicaciones

Área de aplicación.

Se realizó una investigación detallada del lugar donde se aplicará el proyecto. Se estudió el problema a resolver y de qué manera se pretende dar solución a este.

Cotización de materiales.

Se realizó una investigación de los materiales y herramientas necesarias para realizar este proyecto, así como también se elaboró una cotización de los componentes electrónicos para la construcción de un cuadricóptero de vigilancia.

4.1. Construcción de la estructura del cuadricóptero.

Se analizaron las variables que con las cuales el proyecta va a funcionar, como son:

- Corriente de los motores
- Voltajes de los motores
- Peso del dron y de componentes
- Capacidad de almacenamiento de carga en baterías
- Fuerza de empuje de los motores

Teniendo en cuenta la información anterior proseguimos a definir la finalidad del cuadricóptero, que en este caso se pretende la construcción para su uso como vigilancia. Además, debería tener los costos más bajos para su fabricación, y que el sistema de vuelo sea fácil de manejar. Pese a lo anterior mencionado nos dimos cuenta que el peso a levantar es elevado ya que el cuadricóptero tendrá integrado una cámara de vigilancia, sumando peso a la electrónica y estructura del misma.

Frame

Seleccionamos una estructura como base para la electrónica del cuadricóptero basándose en un modelo de cuadricóptero (kb-1000). Esta estructura permite la creación de un cuadricóptero de tamaño estándar (30cmx30cm) y que puede usar hélices de aproximadamente de 12cm de tamaño. Sin embargo, la estructura será modificada para admitir una modificación en cuanto al tamaño de hélices y de motores, para ajustar estos valores a la necesidad del cuadricóptero.



Frame superior



Tren de aterrizaje



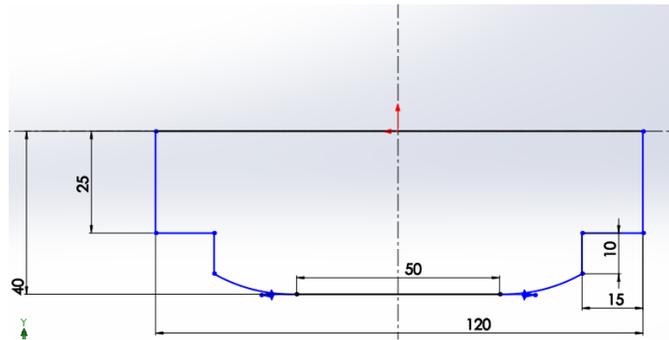
Frame inferior

Para el diseño de los frames utilizaremos el software solidwork que permite crear sólidos por medio de planos y figuras, con los cuales dibujaremos la estructura de estos frames como veremos a continuación. Tomando en cuenta que los sólidos producidos con solidwork serán impresos con la impresora 3D; por lo cual tenemos que ajustar las medidas del cuadricóptero a las permisibles por la impresora. Por lo tanto, seccionaremos el cuadricóptero en diferentes partes, dejando las ranuras, los orificios y cualquier otra forma necesaria para unir las piezas.

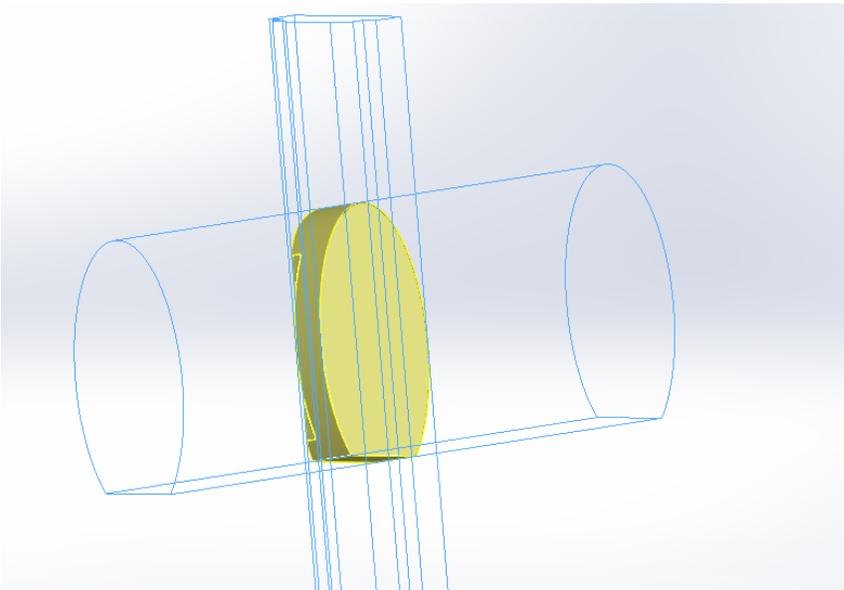
- Primeramente, dibujamos el frame inferior (que será muy similar al superior) por medio de figuras conocidas como entidades de croquis, y hacemos uso de círculos, cuadros, elipses, líneas, etc., siendo el proceso muy similar al uso de las figuras en office Word.



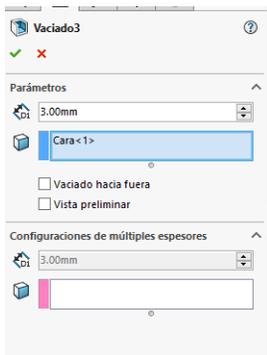
- Utilizamos los planos necesarios para hacer el sólido de la parte central en forma de cajón, que es donde se alojara la batería y la tarjeta de control.



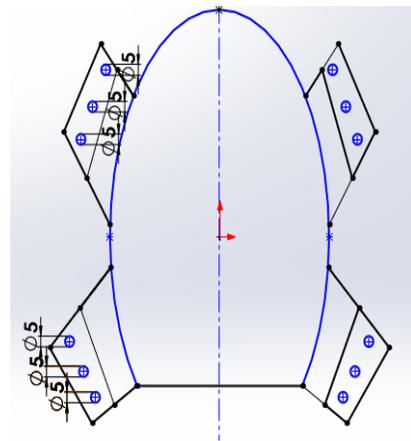
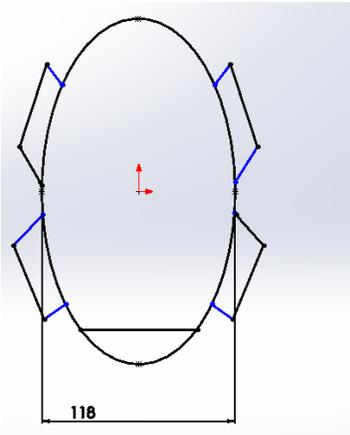
- Hacemos una intersección entre ambos planos para poder formar la pieza central.



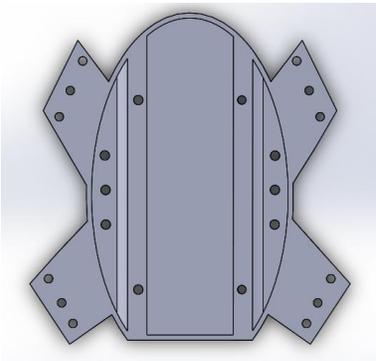
- Aplicamos un vaciado a la pieza para poder alojar dentro a los componentes requeridos.



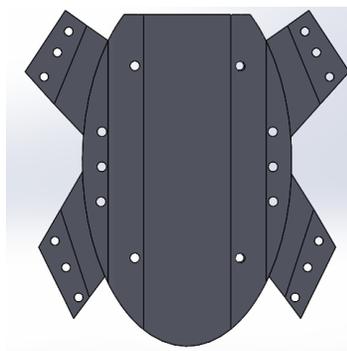
- Para la impresión del cuadricóptero tendremos que manejar la parte central y las partes de los motores por aparte y por lo tanto proseguimos a dibujar los salientes del cajón.



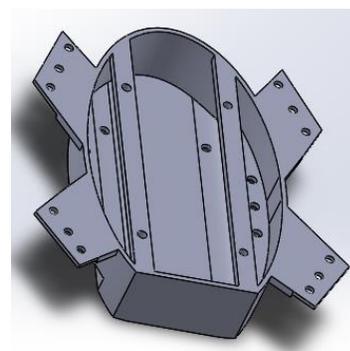
Luego excluimos para formar un sólido con salientes.



Vista superior



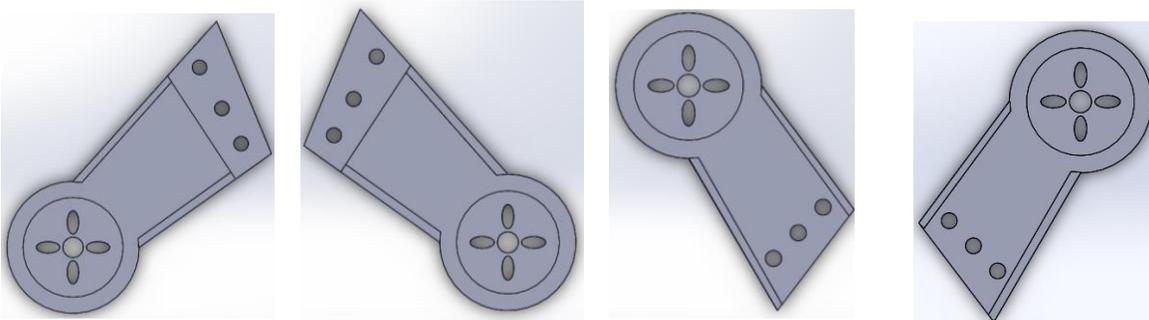
Vista inferior



Vista de lado

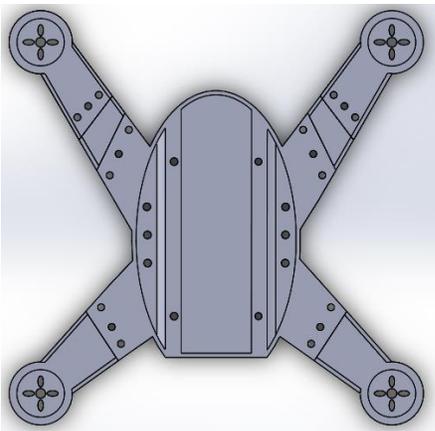
Nótese que dejamos los agujeros para atornillas las extensiones donde van colocados los motores y los agujeros para cuando se coloque en tren de aterrizaje, así como un riel entre el centro para fijar cualquier pieza.

- Finalmente aplicamos procesos similares para crear las extensiones de los motores.

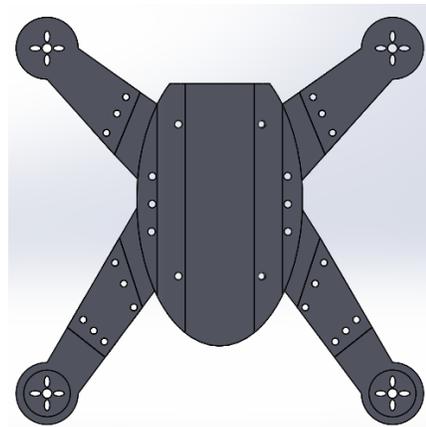


Nótese que hemos dejado los agujeros para atornillar los motores, así como los que servirán para acoplarse al cuerpo del cuadricóptero.

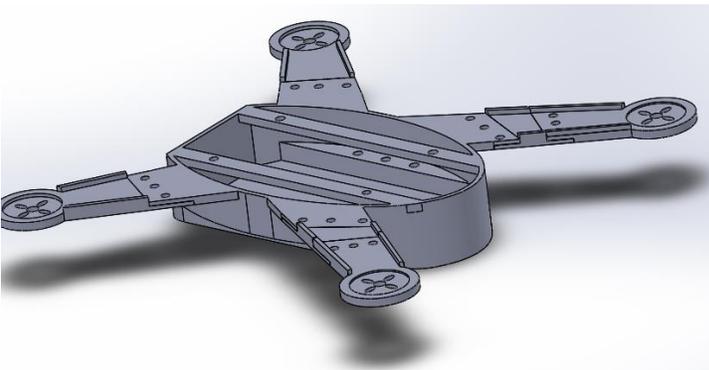
- Finalmente hacemos un ensamble de todas las piezas para observar la estructura final del cuadricóptero.



Vista superior



Vista inferior



Vista de lado

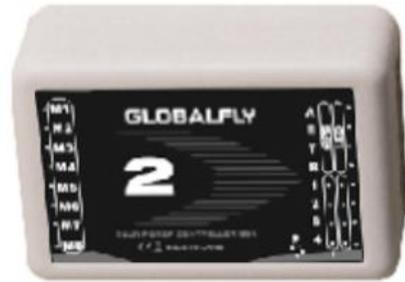
4.2. Construcción del sistema electrónico del cuadricóptero y armado de este.

Controlador central:

Es el "cerebro" del cuadricóptero. La función básica es el mantener el cuadricóptero en vuelo estable independientemente de la habilidad del piloto. Y la tarjeta seleccionada es una **tarjeta controladora DJI**. Cabe mencionar que esta tarjeta fue reciclada del cuadricóptero del cual partimos como base al inicio del proyecto.

Controladores DJI

Es originaria de EEUU, especializada en "Drones" aéreos hasta ahora, cuenta con software propio para calibración y operación de vuelo autónomo, tiene la cualidad de manipular 4, 6 y 8 rotores, control estabilizador de balanceo para cámara "Gimball", se puede programar la aeronave para vuelo independiente según autonomía de vuelo, en caso de fallos se puede programar de acuerdo a necesidades.



Es un sistema cerrado a programación y con cualidades que sólo el fabricante puede alterar. No puede integrarse sistemas de control anexos por el momento en los modelos que se manejan actualmente. Comercialmente es una firma de precio por encima de las demás con calidad que garantiza la estabilidad del equipo y la integridad de la aeronave, alta sensibilidad de posicionamiento GPS y horizonte en vuelo.

Motores

La elección del motor adecuado es importante para un buen rendimiento en cualquier cuadricóptero, pero es especialmente crítico en un cuadricóptero, donde su cuadricóptero está literalmente colgando en el aire, suspendido en virtud de los rotores. Con el gran número de motores disponibles, y la gama de diferentes tamaños, velocidades y especificaciones para cada motor, la elección de motores adecuados puede ser una tarea desalentadora.

Para comenzar el proceso de selección básico, necesitamos calcular cuánto empuje será necesario para mantener la nave en el aire. La regla básica con multi-rotores es que sus motores deben ser capaces de producir dos veces el peso total de vuelo de la nave en el empuje. Este "margen de seguridad" se asegura de que sus motores serán capaces de responder rápidamente a sus entradas de control, o detener un descenso vertical rápido, incluso cuando el voltaje de la batería se reduce con el tiempo.

Por lo tanto, la ecuación es como sigue:

$$\text{Empuje requerido por motor} = (\text{peso de la aeronave} \times 2) / 4 \text{ motores}$$

Así que para una embarcación de 4 motores (cuadricóptero), cada motor debe ser capaz de producir un peso medio de la aeronave en el empuje.

Para una buena aproximación suponemos que cada motor y su hélice pesa 100 gramos - un total de 400 gramos por 4 motores.

Añadir el peso de la trama, que es probable que sea alrededor de 450-500 gramos. Añadir otros 300 gramos de la batería, y otros 100 gramos para los controladores de velocidad, y sus cables y enchufes, el receptor de radio, tablero de control y cableado probablemente pesará otros 50 gramos o menos. Mas la carga útil, de la cámara u otro equipo especial, que tendrá que cargar el cuadricóptero.

Para el cuadricóptero promedio, el peso de vuelo total es probable que sea alrededor de 1,3 kg. Usando la ecuación anterior, ahora sabemos que estamos en busca de un empuje total de 2,6 kg, o 650 g por cada motor. Ahora sabemos que estamos buscando para motores de hasta 1000 gramos de empuje, lo que puede generar al menos 650 gramos.

Para grandes multi-rotors o aeronaves que llevan cargas útiles, grandes hélices los motores de baja kv trabajan mejor. Estos tienen más impulso de rotación, y mantendrán más fácilmente la estabilidad del cuadricóptero. Así que motores de 700-900kv son capaces de hacer el empuje que necesita.

El tipo de motor elegido es el siguiente:

Motor Brushless Ax-2810q De 750kv



El motor Motor Brushless Outrunner AX-2810Q de 750 KV incluye un adaptador de hélices para usar con muchos tipos diferentes de hélices con un eje de 4mm.

Especificaciones:

- Kv: 750rpm/v
- Diámetro: 34.5mm
- Eje: 4mm (incluye adaptadores de 5mm y 6mm)
- ESC sugerido: 35^a
- Peso: 70g
- Celdas necesarias: 3~4S Lipoly

Controlador de velocidad o ESC (Electronic Speed Control)

Para obtener el ESC correcto, primero determinamos el consumo de corriente máximo de las especificaciones del motor elegido que en este caso es de 30A, añadir un margen de seguridad del 10%, y buscar los ESC clasificados a por lo menos esta cantidad de corriente. El número correcto de células de la batería (generalmente 3 células o 11.V) ya que no es demasiado pesado.

Después de investigar se optó por el siguiente controlador:

Controlador de velocidad brushler esc2-4s 30amp

Es un controlador de velocidad con una gran relación calidad precio. Diseñado para una instalación sencilla y una fácil configuración. Cuenta con una respuesta al acelerador lineal pero muy suave, sin sacrificar una respuesta rápida y nítida, a cualquier entrada del acelerador.



Especificaciones:

- Intensidad Constante 30A
- Voltaje de entrada 2-4 celdas Lipoly Max rpm 240.000 rpm
- Salida 5,5V/4A Peso 29 g.

Hélices

Las hélices que están disponibles en ambos sentidos de giro, los cuadricóptero tienen la mitad de los motores que giran en sentido de las agujas del reloj (CW), y la otra mitad que giran en sentido anti-horario (CCW), esto se hace para lograr un equilibrio estable del cuadricóptero.



La hélice será del tamaño recomendado en las especificaciones del motor, pero experimentaremos con diferentes hélices, para así corroborar cómo afecta el rendimiento del cuadricóptero. Recordemos que el objetivo de esto es encontrar el rendimiento óptimo del cuadricóptero, y principalmente esto se verá reflejado tanto en los motores como en la batería.

Algo que hay que tomar en cuenta que el motor cuenta con un adaptador para colocar diferentes tamaños de hélices lo cual facilitara la experimentación.

Batería

Aparentemente una batería resultaría simple de escoger, pero existen ciertas condiciones que esta debe cumplir. Una batería con mayor capacidad mantendrá el cuadricóptero en el aire por más tiempo. Sin embargo, las baterías con mayor capacidad son también más pesadas, lo que significa que los motores tienen que trabajar más duro para mantener el cuadricóptero en el aire. Siempre existe el riesgo de obtener capacidad de vuelo muy limitada por adquirir baterías demasiadas pesadas.

Como punto de partida para escoger la batería, sugerimos una batería de 3 núcleos con una capacidad de alrededor de 3300 mAh, Turnigy NanoTech, porque tiene una buena calificación de corriente y tienen una excelente relación peso / capacidad.



Aplicamos el cálculo para saber el tiempo de duración de esta batería tomando en cuenta que los motores consumen 10A de carga máxima y un estándar de 8A, por lo tanto:

Carga de la batería=3300mAh=3.3A

Corriente nominal de los motores=8A

Corriente de consumo total en los motores= (4) (8A) =32A

Tiempo de duración (en minutos) = $\frac{(60\text{ minutos})(3.3A)}{32A} = 6.1\text{ Minutos}$

Consideremos que el tiempo de duración va a ser mayor o menor dependiendo de la velocidad que necesiten los motores, así como del peso que todo el cuadricóptero pueda tener.

Cargador de batería

Es necesario un cargador de baterías de acuerdo a la batería que hemos adquirido, para garantizar que estamos cargando la batería con las condiciones específicas para su tipo, protegiendo su calidad y vida útil.



Control de vuelo

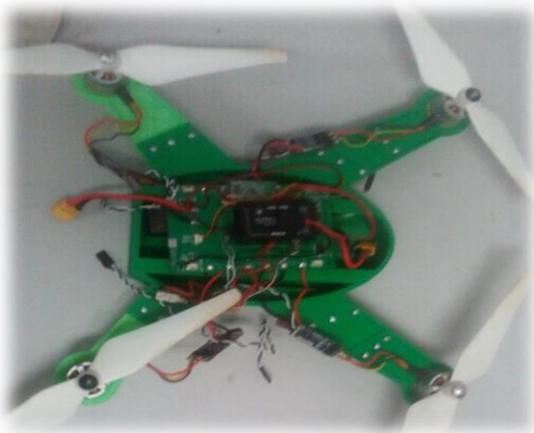
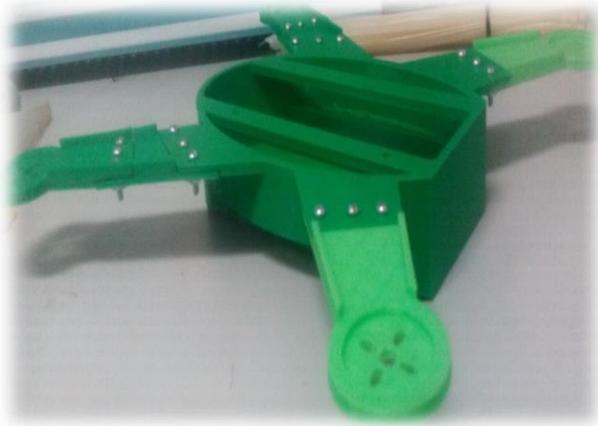
Utilizamos las piezas del cuadricóptero que se tenía previamente y del cual partimos para el proyecto, por lo tanto, el control del cuadricóptero es el mismo al igual que la tarjeta de control ya que ambos fueron reciclados.

El control permite la manipulación del vuelo del cuadricóptero, así como diferentes formas de vuelo ayudados con el GPS.



4.3. Simulación del cuadricóptero.

Con las piezas del frame inferior del dron proseguimos a montar todos los componentes electrónicos en este para hacer una prueba de vuelo.



CAPITULO V

5. Resultados, planos, gráficas, prototipos y programas

5.1 Resultados

- Al construir nuestro frame para un cuadricóptero por medio de impresiones en 3D obtenemos ventaja para adecuar el peso del cuadricóptero a un material resistente y de poco peso, que ayude al rendimiento de la energía proporcionada por las baterías.
- Las hélices en los drones juegan un papel muy importante, ya que de ellas se pueden percibir principalmente las siguientes características:
 1. Las hélices con mayor tamaño producen mayor fuerza de empuje y por lo tanto pueden contribuir a mejorar la cantidad de peso útil que se busca llevar en el dron.
 2. Las hélices de menor tamaño producen una mejora en la velocidad de los drones, permitiendo recorrer mayores distancias con poco peso.
 3. Las hélices afectan directamente al motor, por lo cual además del consumo de energía, también se encuentra implícita la temperatura de operación, que puede variar al momento de hacer el cambio de hélices y en casos extremos de no tener en cuenta esto puede dañarse el motor o el controlador de velocidad.
- Seleccionar los motores adecuados es fundamental, y de ello parte la mayoría de los componentes del dron. Como hemos analizado anteriormente el motor debe ser seleccionado dependiendo de la ocupación que se tiene para el dron.

Tomaremos en cuenta que:

KV Bajo

El número de espiras es mayor, por tanto, el hilo de cobre es más fino. El total de amperios que circulará por el motor es inferior a otros con KV más alto.

Recomendado para drones que necesiten mucho par y poca velocidad. Indicado para mover hélices de grandes dimensiones. Son motores menos vivos, muy suaves, con un menor consumo eléctrico.

KV Alto

El número de espiras es menor, por tanto, el hilo de cobre es más grueso. El total de amperios que circulará por el motor es superior a los de KV bajo.

Recomendado para drones de carreras, aparatos que necesitan poco par y mucha velocidad. Indicado para mover hélices de dimensiones pequeñas. Son motores muy vivos, con reacción muy violenta y gran consumo eléctrico.

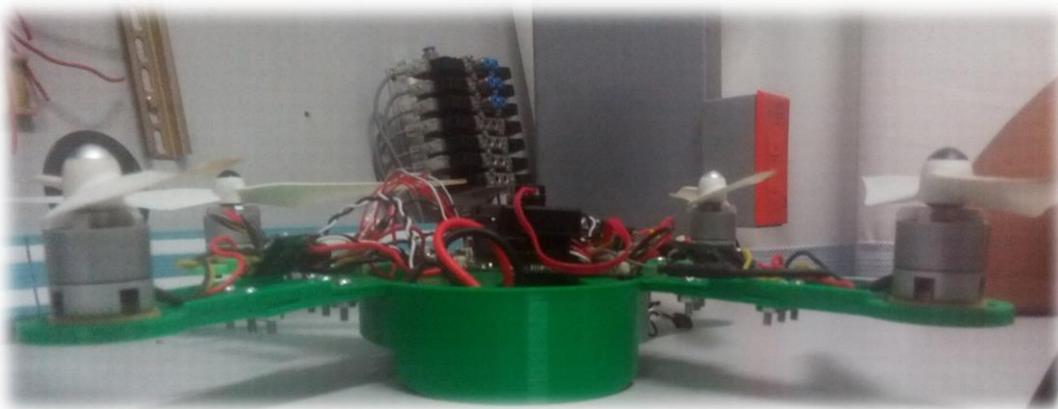
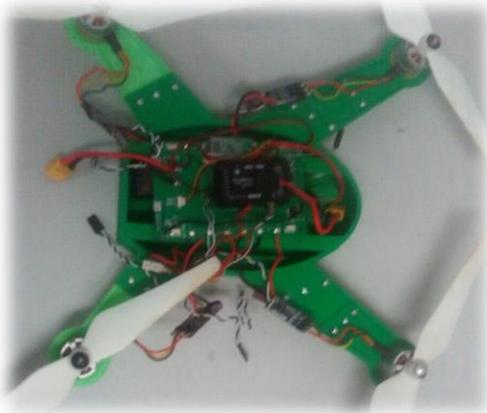
- El software **solidwork** es una herramienta muy útil para la fabricación de un cuadricóptero, debido a que permite dibujar una estructura en dos dimensiones, y pasarlo a un sólido. Además, podemos hacer cambios en la estructura como puede ser el aumento en las dimensiones de las extremidades que sostienen a los motores para utilizar hélices de diferentes tamaños.

5.2. Prototipo

- Frame inferior del dron armado con piezas individuales atornilladas.



- Frame inferior del dron con circuitería.



5.3. Conclusiones y recomendaciones

Después de haber realizado el proyecto anterior podemos concluir que, para la fabricación de un cuadricóptero de vigilancia, podemos hacer uso de los softwares adecuados que nos permitan diseñar una estructura adecuada para poder ser impresa en 3D; esto permite tener una estructura de tipo ensamblable, que puede tener la posibilidad de partes intercambiables. Y con los conocimientos adecuados podremos construir un cuadricóptero con la mejor electrónica de calidad, que para el caso de un cuadricóptero de vigilancia el factor principal a resolver es la cantidad de peso que el cuadricóptero puede levantar, y cuánto tiempo puede hacerlo.

Recomiendo la fabricación de un cuadricóptero con piezas individuales. Esto quiere decir que, en vez de comprar un kit de fabricación, conseguir las partes por separado haciendo cálculos y experimentando, con los componentes hasta lograr la mayor eficiencia. Esto involucra un mayor costo de fabricación, pero a la vez también permite una mejora en el resultado final para lo que se diseñó el cuadricóptero.

Finalmente considero que un cuadricóptero de vigilancia debería tener autonomía en la activación de alarmas que indiquen peligro en el área donde se aplica su función. Así como incorporar otras funciones como puede ser el uso de bluetooth para controlarlo con múltiples dispositivos móviles, pc, tablets, etc., e incorporar herramientas con el fin de aprovechar al máximo este dispositivo.

5.4. Referencias bibliográficas

Chamayou, G. (2013). *TEORIA DEL DRON*. Barcelona: La fabrique.

Howard, W. E. (2013). *Introduction to Solid Modeling Using SolidWorks*. McGraw-Hill: Higher Education.

Rando, L. (Abril de 2009). *Las ventajas de la impresion 3D al descubierto*.
Obtenido de Minidocs: ww.minidocs.es

Raquel, V. M., Anibal, H. C., David, V. O., Sergio, B. S., David, R. O., & Jose , A. G. (2016). *Piloto de dron*. Madrid, España: Paraninfo, SA.

Shih, R. H. (2013). *Solidworks 2013 and Engineering Graphics*. Oregon, USA: Better Textbooks.Lower Prices.

5.5. Anexos

Manual de introducción



DRONESHOP



El equipo no es adecuado para niños menores de 14 años. Recomendamos que busques la asesoría de un piloto con experiencia la primera vez que vuelas la aeronave. Es obligatorio seguir con las instrucciones y leer todas las precauciones antes de volar la aeronave. Por favor asegúrate de que eres consciente de su seguridad y la de los que te rodean cuando tu opera todos los productos STORMRC HOBBY. STORMRC HOBBY Internacional se reserva el derecho de modificar los modelos sin previo aviso

Tabla de contenidos

1. Introducción	.....
2. Precauciones generales de seguridad y advertencia	.....
3. Cargando la batería de vuelo	.....
4. Tabla de contenidos	.....
5. La rotación y dirección de las propelas	.....
6. Transmisor	.....
7. Descripción de la ubicación y función del interruptor	.....
8. Batería del transmisor	.....
9. Transmisor y receptor de vinculación	.....
10. Advertencia de voltaje bajo y la función regreso a casa	.....
11. Señal GPS	.....
12. Agilidad y estabilidad de los modos de vuelo	.....
13. Proceso de desbloqueo	.....
14. Modo de estabilización	.....
15. Bloqueo de dirección	.....
16. Altitud	.....
17. Mediador GPS	.....
18. Función regreso a casa (RTL)	.....
19. ¿Por qué la función a prueba de fallos	.....
20. Guía rápida de inicio	.....
21. Control de calibración de vuelo	.....
22. Calibración de compass	.....
23. Lista de partes	.....

1. Introducción

Gracias por adquirir los productos de serie X3. Para asegurar tu seguridad favor de leer todo el instructivo cuidadosamente antes de ensamblar y usar la aeronave. Favor de conservar el manual apropiadamente para futuros ajustes o reparaciones.



Especificaciones
 Rotor principal: 8045
 Peso Total: 685g
 Tamaño del motor: 2212
 ESC: 18A
 Receptor : 6 canales
 Transmisor : i6S 6 canales

Modulo GPS
Batería LiPo 2200mah
Kit/ARF/RTF:RTF
Edad recomendada : Mayor de 14 años
Nivel de experiencia: Avanzado



2. Precauciones y advertencias generales de seguridad

*Siempre manten una distancia segura en todas las direcciones alrededor de tu equipo para evitar colisiones o lesiones. Este equipo es controlado por una señal de radio sujeto a interferencia de muchas fuentes ajenas al control.

La interferencia puede causar perdida de control momentánea.

*Siempre opera tu equipo en espacios abiertos alejados de vehículos de tamaño completo, tráfico y personas.

*Siempre sigue cuidadosamente las direcciones y advertencias para este y cualquier equipo opcional de soporte (Cargadores, paquetes de baterías recargables, etc)

*Siempre manten todo químico, partes pequeñas y cualquier cosa eléctrica fuera del alcance de los niños.

*Siempre evita la exposición al agua de todo el equipamiento no diseñado y protegido específicamente para este propósito.

La humedad causa daños a dispositivos electrónicos.

*Nunca coloques alguna parte del equipo en tu boca, puesto que puede causar serias lesiones o incluso la muerte. *Nunca opere su equipo con baterías bajas.

*Siempre manten la aeronave a la vista y bajo control.

*Siempre mueve el acelerador completamente hacia abajo al arrancar.

*Siempre usa baterías completamente cargadas.

*Siempre mantén el transmisor encendido mientras la aeronave este encendida.

*Siempre remueve las baterías antes de desensamblar.

*Siempre manten las partes móviles limpias.

*Siempre manten las partes secas.

*Siempre deja las piezas enfriar antes de tocarlas, sobre todo los motores.

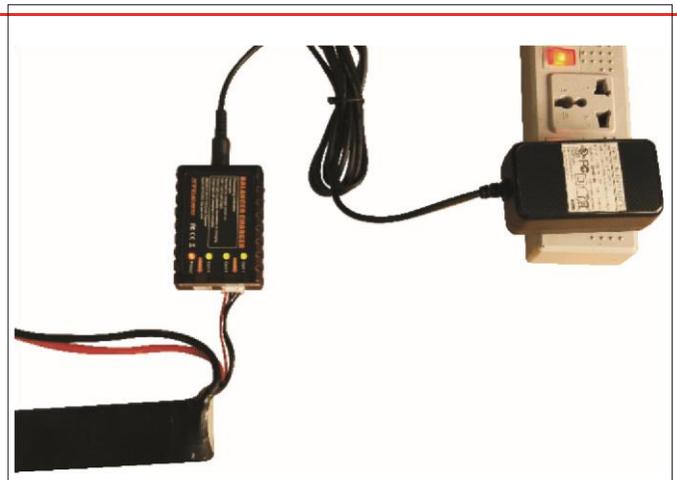
*Siempre remueve las batería después de usarlas.

*Nunca operes la aeronave con daños en la circuitería.

*Nunca toques las piezas en movimiento.

3. Cargando la batería de vuelo

El STORM X3 RTF viene con un cargador balanceador de CD y una batería Li-Po 3S. Usted debe cargar la batería Li-Po incluida en el paquete únicamente con el cargador de batería Li-po específico (como el contenido en el paquete). Nunca deje la batería y el cargador desatendido durante el proceso de carga. No seguir las instrucciones adecuadamente puede resultar en un incendio. Cuando se esté cargando,



asegurese de que la batería esté en una superficie resistente al calor. Carga la batería de vuelo antes de realizar el enlace con la aeronave (solamente 2.4 GHz) o realizar pruebas de funcionamiento.

- (1) Voltage de entrada CD 15-20V
- (2) Corriente de entrada 1 000 mA

Proceso de carga de batería:

1. Carga solo baterías que están frías al tacto y que no están dañadas. Asegúrate de que la batería no está dañada, e.g. inchada, rota, o pinchada.
2. Conecta el cargador a una fuente de energía de 15V cuidando la que la polaridad sea la adecuada.
3. Luz roja encendida: Cargador encendido.
4. Luz verde encendida establemente, indica que que la batería se está cargando. La luz verde apagada, indica que la carga se ha completado.



CAUTION

Sobrecargar una batería puede ocasionar un incendio



WARNING

Falla al usar el cargador adecuado para una batería Li-Po puede resultar en serios daños, y causará un incendio. SIEMPRE ten precaución al estar cargando baterías Li-Po.



WARNING

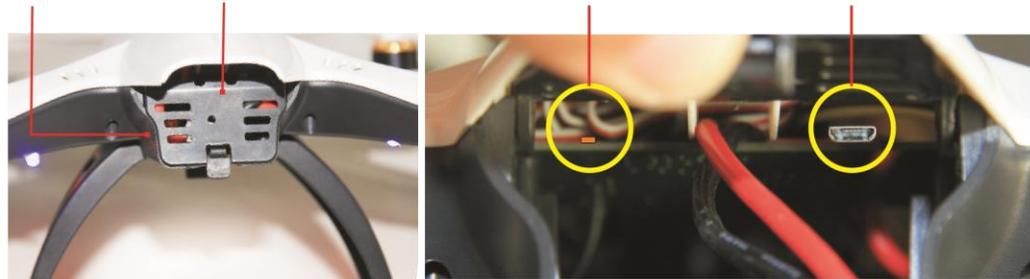
Seleccionar un ranto de carga mayor al 1x (Una vez) la capacidad de la batería, puede causar un incendio.

4. Tabla de contenidos

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



Compartimiento de batería Cubierta de compartimiento de batería Botón de enlace Conector USB (Sistema de actualización)



5. La dirección de rotación de las propelas



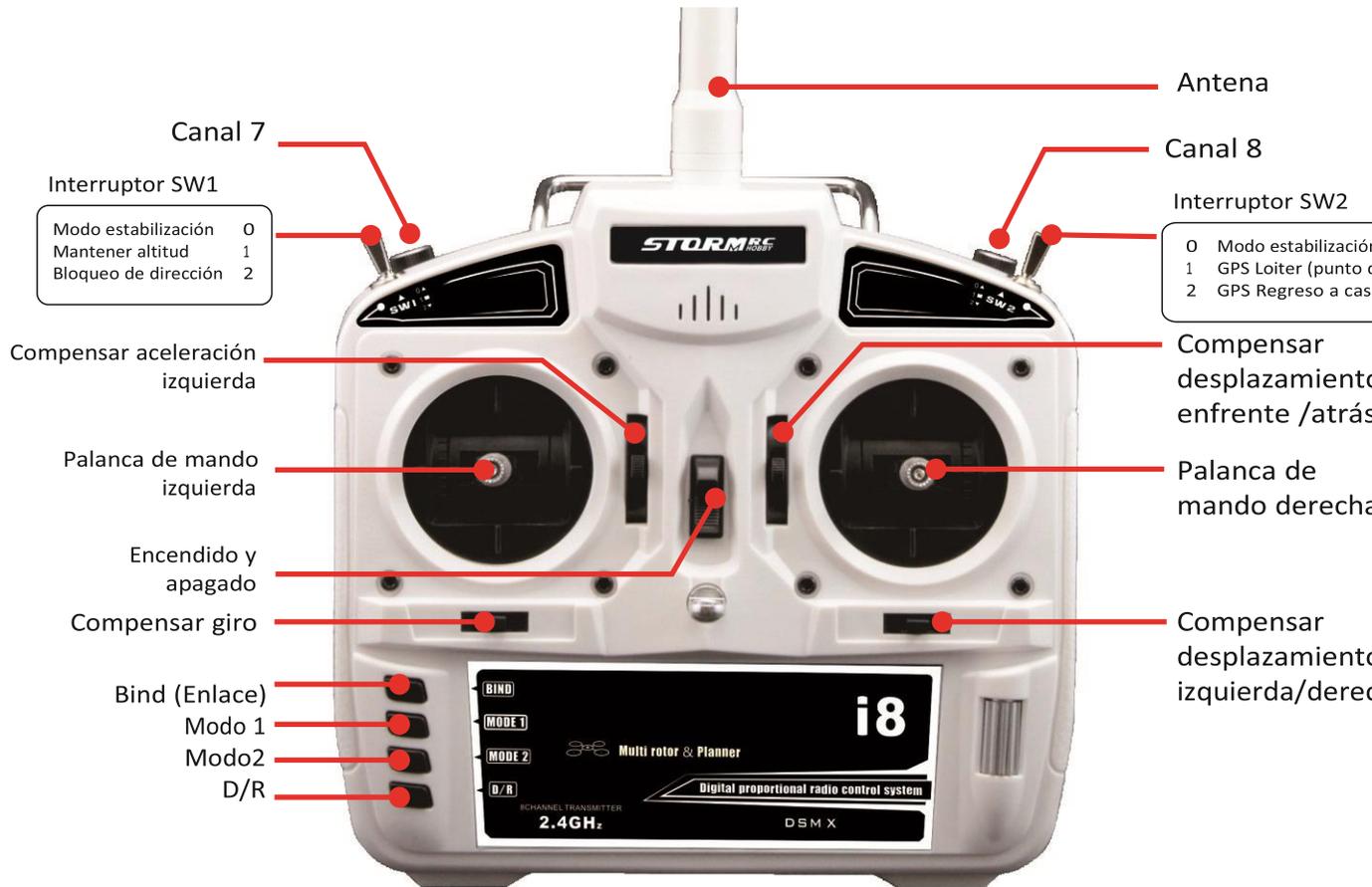
Asegúrate que las propelas están en buenas condiciones antes de cualquier vuelo, no utilice propelas dañadas al volar la aeronave. Asegúrate que cada propela esté montada junto con los tornillos apretados.



④

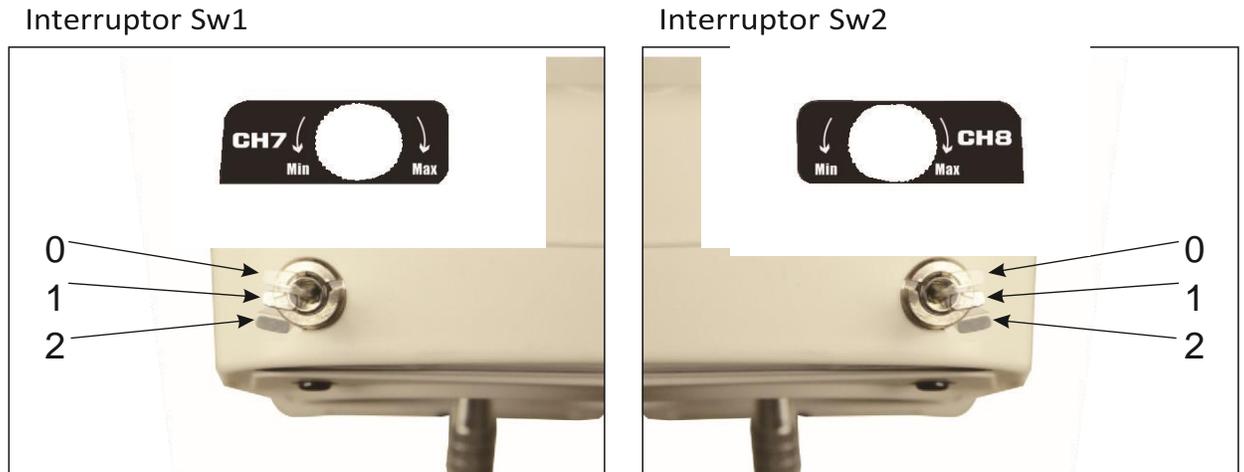
4. Tabla de contenidos

Modulo 2



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).

7.- Descripción, ubicación y función del interruptores

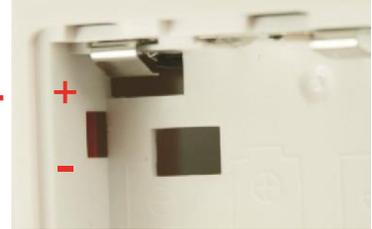


SW1	SW2	Función
0	0	Modo estabilización
1	0	Mantener altitud
2	0	Bloqueo de dirección
0	1	GPS Loiter (punto de interés)
0	2	GPS Regreso a casa
CH7	Rolling	
CH7	Tilting	

8.- Batería de transmisor



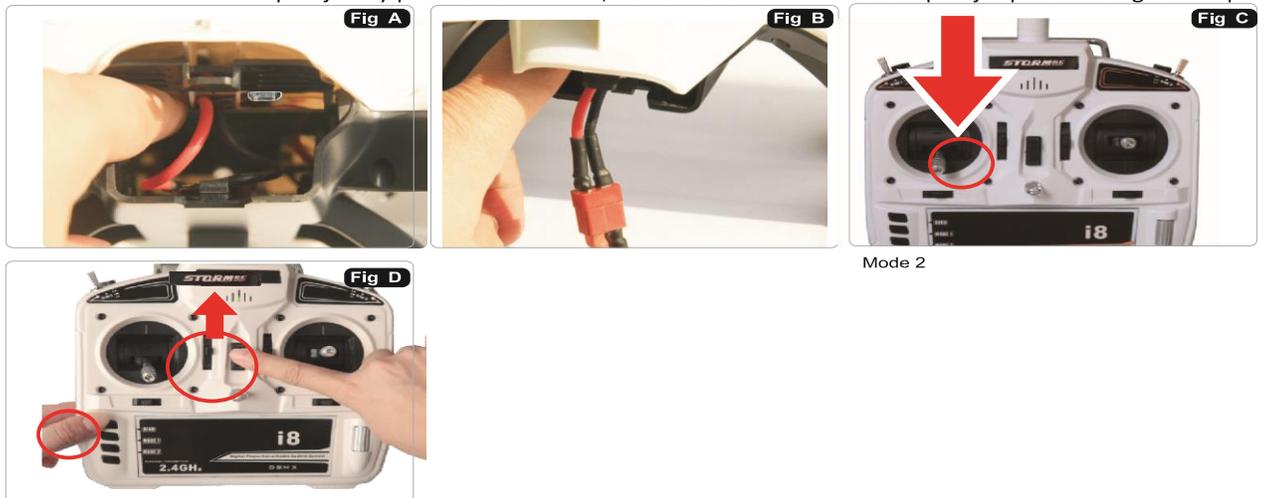
1 batería 7.4v Li-Po con conector JST



4 pilas AA, opcionalmente pilas recargables de NiCd o NiHM

9.- Binding (Emparejar) Transmisor y receptor

El kb-1000 has sido emparejado y probado en fabrica, de ser necesario volver a emparejar por favor siga estos pasos.



- 1.- Mantenga pulsado el botón Binding (ver Fig A)
- 2.- Conecte la batería y deje de pulsar el botón Binding
- 3.- Lleve la palanca de mando izquierda a la posición mas baja.
- 4.- Pulse el interruptor de BIND, encienda el transmisor, mantenga presionando BIND durante 10 segundos y luego suelte el botón de BIND, si el emparejamiento fue exitoso una luz roja permanecerá encendida en el transmisor

10.- 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 de 10.5V.

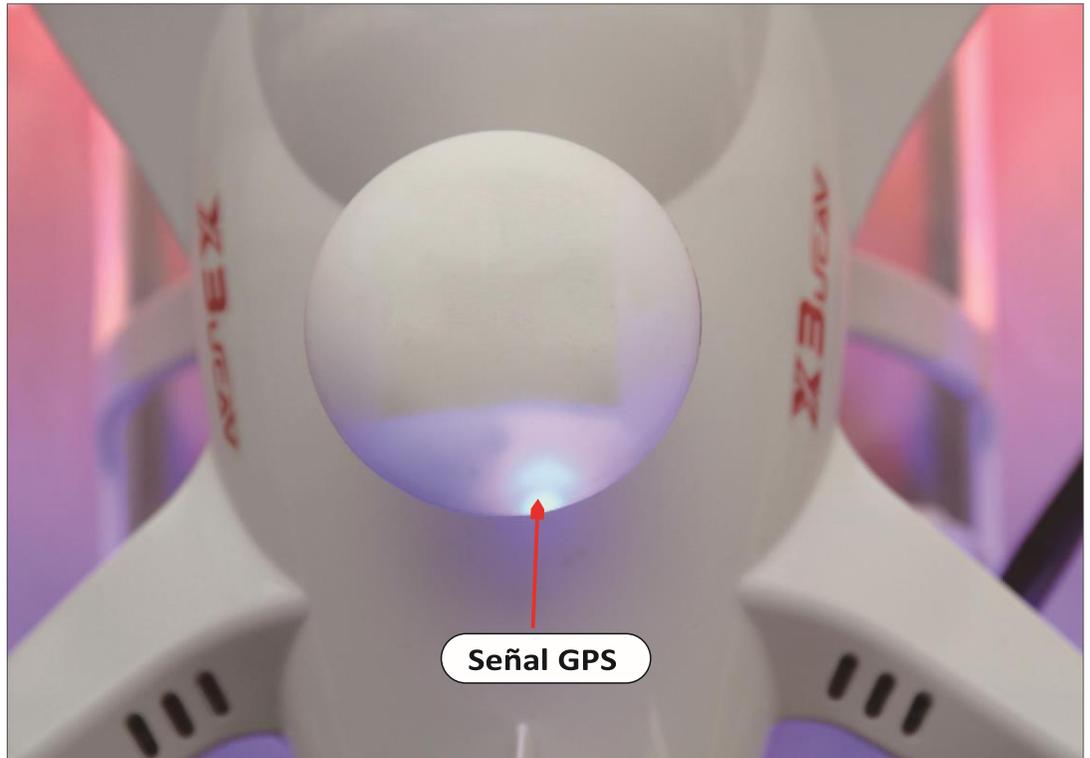
Durante el aterrizaje automático, el transmisor todavía puede controlar alerones, timón, hacia adelante y hacia atrás.



11.- 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.



Notas 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 mas de 6 satélites. (LED azul encendido sin parpadear)

El modulo 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.

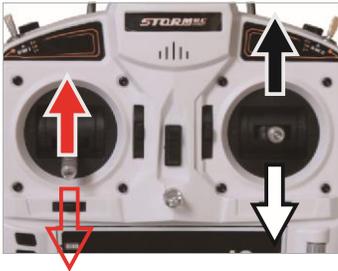
El modo GPS funciona solo si el modulo compás esta conectado. Asegúrese de que el compás este bien conectado Mantenga alejado el modulo compás de imanes, en caso de que el modulo compás este en contacto con un imán debe de cambiar el modulo compás ante de volar de nuevo. De lo contrario el modulo compás dañado causara un anomalías y perdería el control de la aeronave.

Calibre el modulo compás la primera ves que vuele la aeronave. También calibre el compás cuando vuele en un lugar diferente.

Asegure que que en el momento de la calibración del modulo compás, este no este 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.

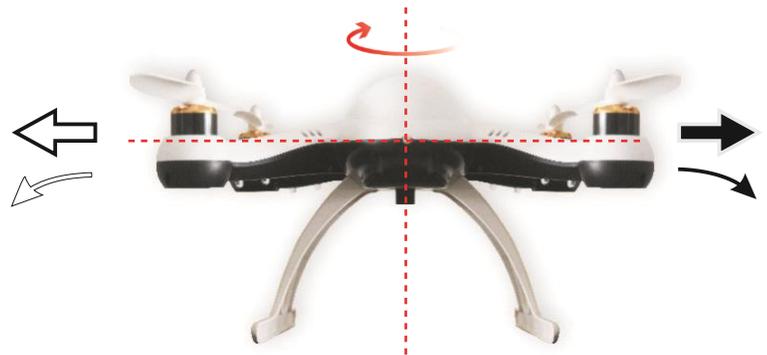
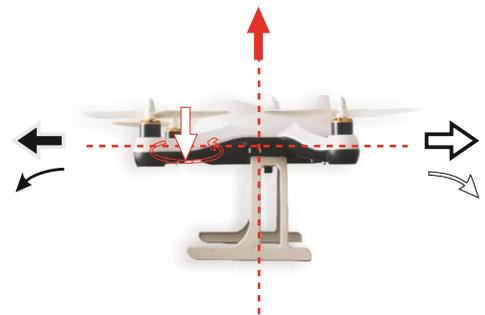
Modo 2



Control adelante/atrás/derecha/izquierda, las palancas controlan el ángulo de la aeronave, la palanca en posición neutra corresponde a 0°, la palanca al máximo corresponde a 45°.

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

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



13 Proceso desbloqueo

Después de emparejar exitosamente el transmisor y la aeronave, es necesario desbloquear el controlador de la aeronave para un vuelo seguro. El proceso de desbloqueo se muestra a continuación:

SW1 & SW2 tienen que estar en "0"



Mueve la palanca izquierda a la esquina inferior derecha, mantelo hasta que el led azul de la aeronave deje de parpadear.

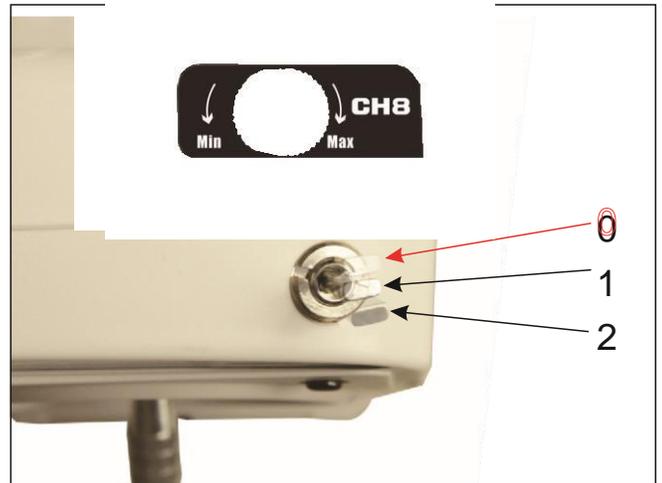
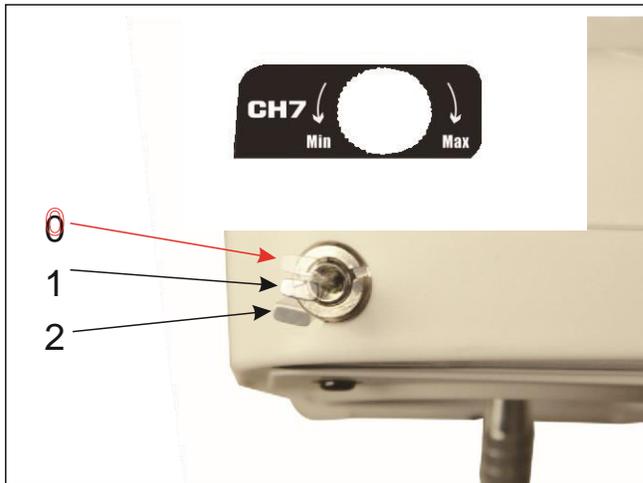


El LED azul encendido sin parpadear indica que el desbloqueo fue exitoso, el LED azul parpadeando indica que esta bloqueado, las propelas no pueden rotar cuando el controlador esta bloqueado

14 Modo de estabilización

Cuando el interruptor SW1 y SW2 están en posición "0", la aeronave esta en modo de estabilización.

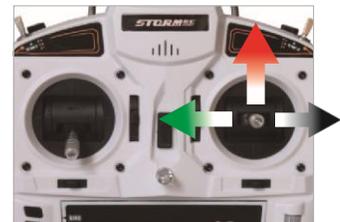
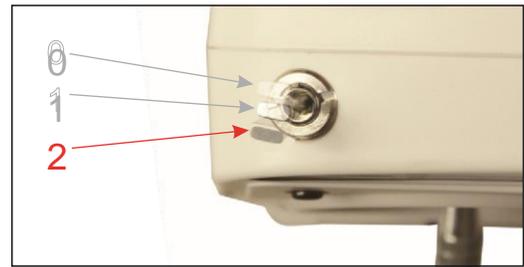
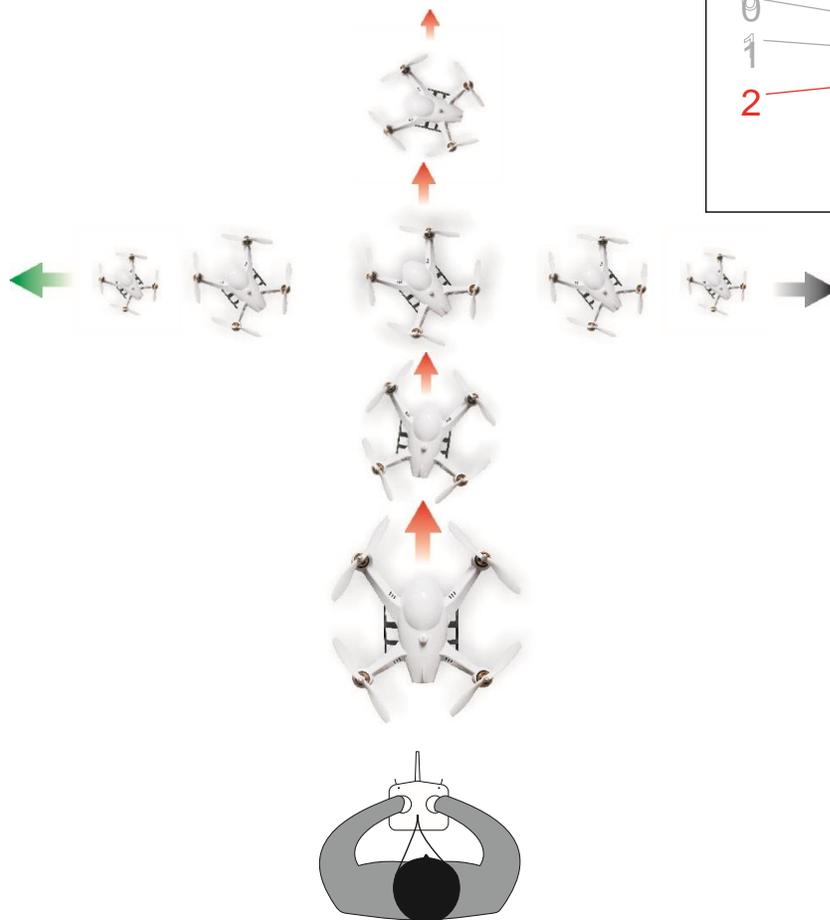
Poner SW1 y SW2 en posición "0"



15 Bloqueo de dirección

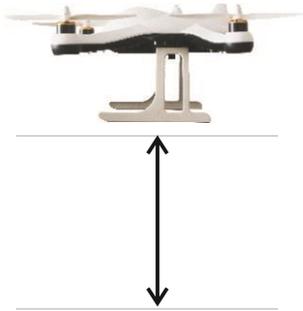
Frente fijado hacia enfrente, sin importar el frente de la aeronave.

Poner SW1 en "2" SW2 en "0"



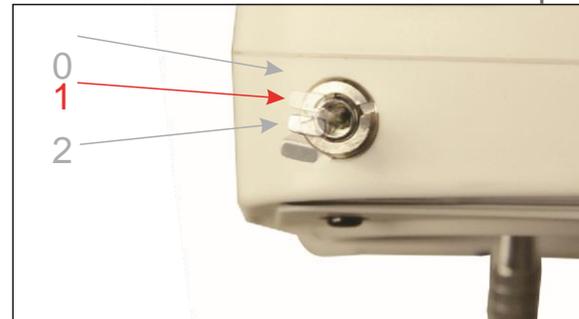
16 Mantener altitud

Advertencia: Siempre poner la palanca de mando izquierda en la posición central cuando salga del modo “ Mantener altitud”, de lo contrario la aeronave podría descender o ascender demasiado rápido cuando cambie de modo.



17. GPS Reposo

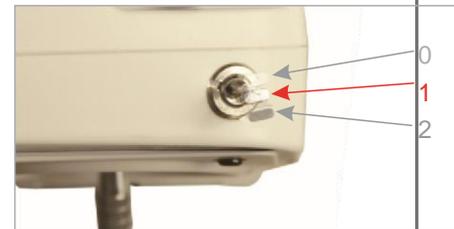
Poner SW1 en “1” SW2 en “0”



La aeronave volará en un punto fijo cuando se establezca la función GPS “1” punto de altitud fija durante el vuelo.



Poner SW1 en “0” SW2 en



Para adquirir señal GPS confiable, es importante que la aeronave tenga una vista clara del cielo. Obstrucciones que pudieran afectar la habilidad del dron para adquirir señal aceptable incluyen:

- Volar cerca o alrededor de edificios altos.
- Volar debajo de vegetación densa.
- Volar dentro de edificios o debajo de estructuras.

Si pierdes o no puedes adquirir un GPS fijo y una posición de Home, la aeronave no tendrá disponibles las funciones de palanca relativa, círculo seguro, mantener posición o regreso a casa.

No es posible el uso del modo inteligente sin tener habilitado el GPS. Si la aeronave se inicializa sin GPS, arrancará por defecto en modo estable. La aeronave es capaz de mantener altitud, aún así.

Si no tienes señal de GPS, intenta maniobrar la aeronave moviendo la palanca de elevación y rotación solamente.

18. RTL (Regreso a casa)

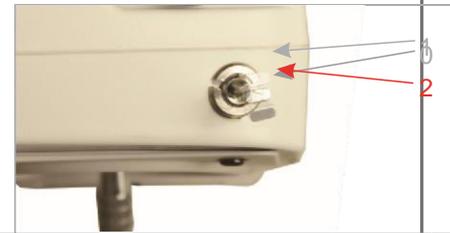
Punto HOME: Antes de despegar, la posición actual del equipo se guardará como punto HOME por el cerebro de la aeronave automáticamente cuando empiezas los motores por primera vez después de que 6 o más satélites GPS

son encontrados por 20 segundos.

Poner SW1 en “0” SW2 en “2”

Nota:

1. Por favor, asegúrese de guardar el punto HOME antes de despegar, y claramente saber donde está ubicado.
2. Durante el regreso a casa, la dirección de la punta de la aeronave va hacia el frente, rumbo al punto HOME, volando directamente desde su posición actual.
3. Puedes recuperar el control mientras que la aeronave oscila por



1. Desbloquea el sistema controlador, después espera a que el GPS guarde el punto HOME

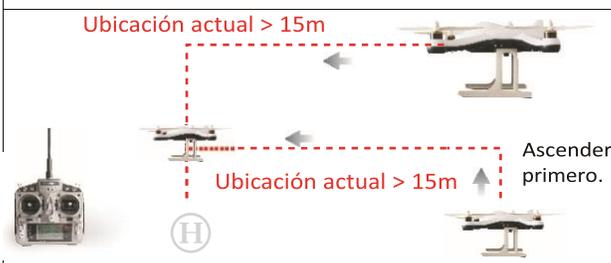


2. Tu puedes activar la función de regreso a casa después de volar la aeronave a la posición deseada o cuando pierda el control.

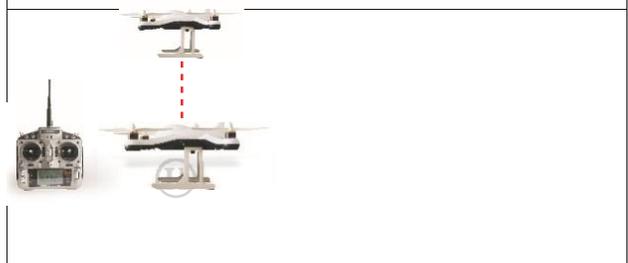


15 segundos.

3. La aeronave comienza a regresar a casa



4. Regreso a casa exitosamente.



19. ¿Por qué necesitamos la función a prueba de errores?

Esta función es controlada por un GPS fijo, el sistema controlador y un módulo de compas GPS que llevarán a la aeronave de vuelta a casa automáticamente cuando se pierda la señal.

Los siguientes estados se requieren para iniciar la función a prueba de errores:

1. El transmisor se apaga durante el vuelo.
2. Pierdes la señal del controlador.

20. Pasos para inicio rápido



1. Monta el tren de aterrizaje con la llave hexagonal (como se muestra en la imagen).



2. Enciende el transmisor, la palanca de elevación (En modo 2, la palanca izquierda) debe de estar abajo y el trim de throttle en neutral.



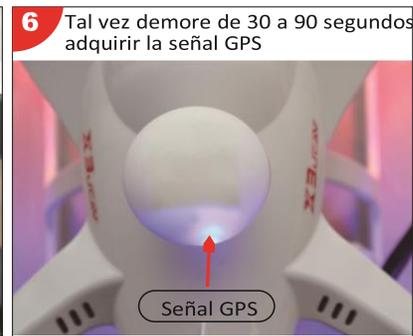
3. Coloca en la aeronave una batería cargada.



4. Conecta la batería al cable de poder de la aeronave.



5. Acomoda los cables dentro y cierra la escotilla trasera.

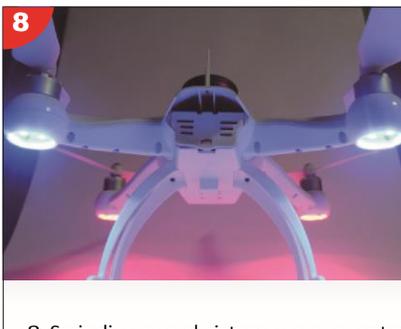


6. Tal vez demore de 30 a 90 segundos en adquirir la señal GPS

6. Si la señal de GPS está activada, espera a que la aeronave adquiera satélites de GPS



7. Desbloquea los motores como se muestra en la imagen.



8. Se indica que el sistema se encuentra listo para volar cuando las luces leds se encuentran como en la imagen.



9. Después de volar retira la batería de la aeronave.

Notas del ensamblado de la batería de vuelo:

Hemos diseñado un compartimiento flexible de batería, y tu puedes escoger baterías de 2100mAh a 3600mAh.

1. Cuando se ensamble la batería para la aeronave sin Gimbal, colócala lo más al frente de la aeronave que pueda.
2. Cuando se ensamble la batería para la aeronave con Gimbal, colócala en la parte trasera de la aeronave.

21. 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.



2. Mueva la palanca elevación a la esquina inferior derecha por un poco mas 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.



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.



23. Lista de partes



30008 Tren de aterrizaje color negro



30003 Tren de aterrizaje color blanco



30010 Carcaza inferior color negro



30005 Carcaza inferior color blanco



30009 Carcaza superior color negro



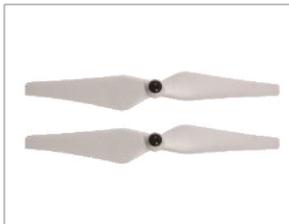
30004 Carcaza superior color blanco



30006 Hardware



20126 Set de luces Led



30001 Propelas A, 2 piezas
(Sentido del reloj)



30001R Propelas A, 2 piezas
(Sentido contrario del reloj)



20123 Motor Brushless 920KV
(Sentido del reloj)



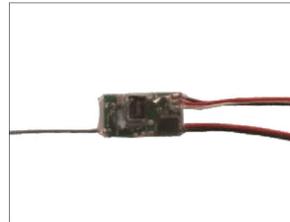
20123R Motor Brushless 920KV
(Sentido contrario del reloj)



20112 Caja controladora del cuadricóptero.



20113 GPS



S803 Receptor



20115 18A controlador de velocidad



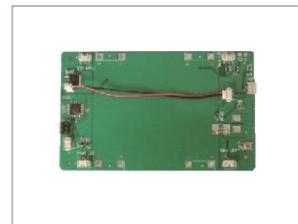
Transmisor



16059 11.1 V/2200mAh batería LiPo



Cable USB a micro USB



20130 Tarjeta eléctrica



16013

16013 Balanceador cargador para
baterías LiPo 2-3 celdas



16015

16015 Disipador de electricidad.

9. Indicaciones LED

Nota: Por favor mueva la aeronave al exterior y a algún lugar abierto si requiere de funciones GPS.

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.