

IMPLEMENTACIÓN DE UN VEHÍCULO AÉREO NO TRIPULADO MULTITAREA
PARA ZONAS DE DESASTRE

BRYAN RAFAEL JARAMILLO CAMINO
JUAN CAMILO ROLDAN MUÑOZ

INSTITUCION UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO
FACULTAD DE ELECTRÓNICA
TECNOLOGÍA MECATRÓNICA
MEDELLÍN
2016

IMPLEMENTACIÓN DE UN VEHÍCULO AÉREO NO TRIPULADO MULTITAREA
PARA ZONAS DE DESASTRE

BRYAN RAFAEL JARAMILLO CAMINO
JUAN CAMILO ROLDAN MUÑOZ

Trabajo de grado para optar el título de Tecnólogo Mecatrónica

Profesor y Asesor técnico
Carlos Alberto Valencia Hernández
Magister en Automatización y Control

INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO
FACULTAD DE ELECTRÓNICA
TECNOLOGÍA MECATRÓNICA
MEDELLÍN
2016

CONTENIDO

IMPLEMENTACIÓN DE UN VEHÍCULO AÉREO NO TRIPULADO MULTITAREA PARA ZONAS DE DESASTRE	1
RESUMEN.....	7
ABSTRACT	8
GLOSARIO	9
INTRODUCCIÓN	11
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:	12
1.1. Descripción del problema	12
1.2. Formulación del problema	12
2. JUSTIFICACION:	13
3. OBJETIVOS:	14
3.1 Objetivos generales:	14
3.2 Objetivos específicos:	14
4. MARCO TEÓRICO.....	15
4.1. Desastre Natural:	15
4.2. DRONE (Vehículo aéreo no tripulado):	15
4.3. Prevención y control de incendios:	16
4.4. Seguridad y Aplicaciones Militares:	16
4.5. Partes que componen un drone	17
5. METODOLOGÍA	25
5.1 Tipo de proyecto	25
5.2 Método	25
5.3 Población y muestra	25

5.4 Técnicas de recolección de información	26
6. CONSTRUCCIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL DRONE:	27
6.1. Fuselaje o Marco:	27
7. DESARROLLO DEL SISTEMA DE POTENCIA	29
7.1. Motores:	29
7.2. Controlador de velocidad:	32
7.3 Hélices:	35
7.4. Batería:	37
8. IMPLEMENTAR EL SISTEMA DE CONTROL Y COMUNICACIONES.....	39
8.1. Unidad de control (mcu)	39
8.2. Emisora:	40
9. SISTEMA DE COMUNICACIONES	41
10. SISTEMA ÓPTICO	42
11. PRUEBAS DE DESEMPEÑO EN UN AMBIENTE CONTROLADO	43
12. CONCLUSIONES	49
13. RECOMENDACIONES	50
14. CIBERGRAFIA	51

LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1</i> Marco o Frame de 6 rotores	18
<i>Figura 2</i> Marco o Frame 4 rotores	18
<i>Figura 3</i> Frame 4 rotores en carcasa.....	18
<i>Figura 4</i> Motores	19
<i>Figura 5</i> Esc (Electronic Speed Control).....	19
<i>Figura 6</i> Rotor brushless.....	20
<i>Figura 7</i> Controlador de vuelo 1	20
<i>Figura 8</i> Controlador de vuelo 2.....	20
<i>Figura 9</i> Controlador de vuelo 3.....	21
<i>Figura 10</i> Radio receptor 1	21
<i>Figura 11</i> Radio receptor 2	22
<i>Figura 12</i> Radio receptor 3	22
<i>Figura 13</i> Bateria 1	22
<i>Figura 14</i> Bateria 2	23
<i>Figura 15</i> Bateria 3	23
<i>Figura 16</i> Gps y brújula 1	24
<i>Figura 17</i> Gps y brújula 2.....	24
<i>Figura 18</i> Gps y brújula 3.....	24
<i>Figura 19</i> Fuselaje o Marco.....	27
<i>Figura 20</i> Fuselaje o Marco propio	28
<i>Figura 21</i> Motor.....	30
<i>Figura 22</i> Helices.....	32
<i>Figura 23</i> ESC (Electronic Speed Control)	33
<i>Figura 24</i> ESC (Electronic Speed Control)	34
<i>Figura 25</i> Helices.....	35
<i>Figura 26</i> Bateria	38
<i>Figura 27</i> Unidad de Control.....	40

<i>Figura 28</i> Emisora	40
<i>Figura 29</i> Camara baja potencia	42
<i>Figura 30</i> Prueba de vuelo 1	43
<i>Figura 31</i> Prueba de vuelo 2	44
<i>Figura 32</i> Prueba de vuelo 3	44
<i>Figura 33</i> Prueba de vuelo 4	45
<i>Figura 34</i> Prueba de vuelo 5	45
<i>Figura 35</i> Prueba de vuelo 6	46
<i>Figura 36</i> Prueba de vuelo 7	46
<i>Figura 37</i> Prueba de vuelo 8	47
<i>Figura 38</i> Prueba de vuelo 9	47
<i>Figura 39</i> Prueba de vuelo 10	48

RESUMEN

Durante los desastres naturales las fuerzas armadas y los encargados de protección civil suelen ser quienes se encargan de establecer el orden y organizar las labores de rescate, salvamento y ayuda humanitaria. No obstante, existen espacios en los que no pueden hacer presencia o realizar actividades con facilidad, por ende, se busca implementar un vehículo aéreo no tripulado con posibilidad de uso y reconocimiento de áreas de alto riesgo o de difícil acceso para equipos de rescate, exploración y de reconocimiento, con el fin de disminuir pérdidas y posibles accidentes en la ejecución de dicha labor.

Dicho vehículo servirá de herramienta para los socorristas y demás cuerpos de asistencia de emergencias, mejorando y asegurando así una mejor calidad de vida.

ABSTRACT

During natural disasters, armed forces and civil defense managers who often are responsible for establishing order and organize the rescue, rescue and humanitarian aid. However, there are spaces where they can not do presence or activities easily, therefore, it seeks to implement an unmanned aerial vehicle with possibility of use and recognition of high-risk areas or difficult to access for rescue teams, exploration and recognition in order to reduce losses and possible accidents in the execution of this work.

Said vehicle will serve as a tool for first responders and other emergency assistance bodies, improving and ensuring a better quality of life.

GLOSARIO

Electronic speed control: (Control electrónico de velocidad o ESC) es un circuito electrónico con el fin de variar un motor eléctrico de velocidad 's, su dirección y posiblemente también para actuar como un freno dinámico. CES se utilizan a menudo en la propulsión eléctrica modelos de radio control, con la variedad más utilizada para motores sin escobillas que proporciona esencialmente un generada electrónicamente trifásica de energía eléctrica fuente de voltaje bajo de la energía para el motor.

Drone: Conocido también como vehículo aéreo no tripulado, es una aeronave que vuela sin tripulación. Aunque hay de uso civil, también son usados en aplicaciones militares, donde son denominados vehículo aéreo de combate no tripulado.

Fuselaje: es uno de los elementos estructurales principales de un avión; en su interior se sitúan la cabina de mando, la cabina de pasajeros y las bodegas de carga, además de diversos sistemas y equipos que sirven para dirigir el avión. También sirve como estructura central a la cual se acoplan las demás partes del avión, como las alas, el grupo moto propulsor o el tren de aterrizaje.

Hélice: Mecanismo compuesto por varias palas o aspas ladeadas que al girar con fuerza alrededor de un eje desplazan el fluido en el que están.

GPS: sistema de geolocalización por coordenadas que nos permite conseguir localizar perfectamente el drone en cada momento. Los dispositivos con este sistema nos permitirán introducirle previamente al vuelo las coordenadas del mismo para que vaya de manera autónoma.

Emisora: es un mando radio control con joystick, que permite manejar el aparato visionándolo directamente desde tierra.

Radio Control: Una emisora se comunica mediante una antena con el modelo, aunque algunos modelos obsoletos se comunicaban con un cable. Incluso existen aviones controlados por cable usados en vuelo cautivo

Giroscopio: Dispositivo que sirve para asegurar la estabilidad de un torpedo, un submarino o un avión.

Barómetro: Instrumento para medir la presión atmosférica; el más común mide las variaciones de la presión atmosférica por las deformaciones que experimenta una cajita metálica de tapa flexible, en cuyo interior se ha hecho el vacío.

Sensores: Un sensor es un objeto capaz de detectar magnitudes físicas o químicas, llamadas variables de instrumentación, y transformarlas en variables eléctricas.

Geología: Ciencia que estudia el origen, formación y evolución de la Tierra, los materiales que la componen y su estructura.

Multifuncional: Que desempeña varias funciones.

INTRODUCCIÓN

Pequeños robots teledirigidos y usados en diversos ámbitos de la vida, hace tan solo una década eran parte de la ficción. Hoy el desarrollo de la tecnología ha permitido que su uso se popularice y protagonice iniciativas realmente innovadoras.

El presente trabajo hace énfasis a un pequeño vehiculado aéreo no tripulado (DRONE), equipado con equipos de última generación como GPS, sensores infrarrojos, cámaras de alta resolución y controles de radares, capaces de enviar información detallada a satélites, todo en cuestión de milésimas de segundos y cuya funcionalidad varía según las necesidades y situaciones en las que se presente.

Se hizo con el fin de dar a conocer la funcionalidad que posee tanto en tareas de exploración, como en monitoreo, rescate y vigilancia, y a su vez diferenciar el gran potencial que posee este mismo en áreas muy diversas, reconociendo así su capacidad de desplazarse rápidamente sobre terrenos irregulares o accidentados. Gracias al uso de drones en, se ha evitado la pérdida de miles de vidas, ya que evita la exposición de humanos en tareas de alto riesgo.

Se realizó en base a las diversas necesidades que surgen en diferentes áreas y situaciones de nuestro alrededor, y además, recolectando información acerca de las áreas y enfoques que este mismo podría ejecutar y desempeñarse, como lo sería en (búsqueda de personas desaparecidas, fotografía, vídeo y cartografía aérea, seguridad y aplicaciones militares, agricultura en gestión de cultivos, etc.). De este esperamos que analicen, comprendan y aprendan todo acerca de los drones, la conectividad, la tecnología de información y comunicación, imaginarnos nuevas estructuras de Ofertas de Valor, nuevos segmentos de mercado, facilitar la vida y ayudar tanto empresas como personas en otras muchas aplicaciones para cubrir las necesidades del sector público y privado de nuestro país.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:

1.1. Descripción del problema

Durante los desastres naturales las fuerzas armadas y los encargados de protección civil suelen ser quienes se encargan de establecer el orden y organizar las labores de rescate, salvamento y ayuda humanitaria. Es importante recalcar que en muchas ocasiones un desastre natural acompaña a otro, creando así un sin número de zonas de difícil acceso para cualquier persona que se encuentre directamente afectada o para aquellas que están encargadas de realizar una debida intervención.

1.2. Formulación del problema

¿Será posible, por medio de la construcción de vehículos aéreos, facilitar un control de visión y movimiento adecuado para ayudar a los equipos de exploración, construcción y de reconocimiento que presentan adversidades en dependencia del terreno a seguir?

2. JUSTIFICACION:

Según las estadísticas compiladas de la Federación Internacional de la Cruz Roja y de la Media Luna Roja (FICR), el número de víctimas, entre fallecidos, heridos y damnificados, de desastres naturales fue de casi 100 millones de personas en Asia, 44 % de las muertes totales provocadas por calamidades y un 15 % de muertes y desapariciones provocadas por dificultades de acceso para los rescatistas y equipos de exploración.

“La creciente de la quebrada La Liboriana en Salgar, Antioquia, causó la muerte de 78 personas, heridas a cerca de 40 y 17 desaparecidas en de zonas de difícil acceso para la comunidad. Un rescatista que estuvo a punto de ahogarse después de caer en una pendiente, se encuentra en cuidados médicos, Gobierno Nacional decretó zona de calamidad pública..” así se expresó en el país.com.co.

Según lo anterior, se busca implementar un vehículo aéreo no tripulado con posibilidad de uso y reconocimiento de áreas de alto riesgo o de difícil acceso para equipos de rescate, exploración y de reconocimiento, con el fin de disminuir pérdidas y posibles accidentes en la ejecución de dicha labor, sabiendo que este mismo no requerirá una actuación de pilotos en la zona indicada ya que posee una navegación completamente autónoma, garantizando así la protección de la vida y salud humana.

3. OBJETIVOS:

3.1 Objetivos generales:

Implementar un vehículo aéreo no tripulado multifuncional para zonas de desastre.

3.2 Objetivos específicos:

- Construir la estructura del Drone.
- Desarrollar el sistema de potencia representado en los speed control para los servomotores de velocidad del drone.
- Implementar el sistema de control y comunicaciones por radiofrecuencia.
- Implementar el sistema óptico empleando una cámara con lente gran angular compacta y de fácil implementación.
- Realizar pruebas de desempeño en un campo abierto con flujo controlado de vuelo de cuadropteros y otras aeronaves no tripuladas.

4. MARCO TEÓRICO

4.1. Desastre Natural:

Hace referencia a las enormes pérdidas materiales y vidas humanas ocasionadas por eventos o fenómenos naturales en una zona determinada como los terremotos, inundaciones, tsunamis, deslizamientos de tierra, deforestación, contaminación ambiental y otros. Los fenómenos naturales, como la lluvia, terremotos, huracanes o el viento, se convierten en desastre cuando superan un límite de normalidad, medido generalmente a través de un parámetro.

(Manosalva, 2009)

4.2. DRONE (Vehículo aéreo no tripulado):

Es un robot que puede ser de diversos tamaños y que es controlado a distancia para cumplir cualquier tipo de actividad. Se han empleado estas unidades de IA para apoyar a la sociedad en sus diferentes tareas y hacer un uso de vida más cómoda. Es básicamente un robot que mediante la tecnología puede almacenar datos, cumplir órdenes, efectuar una serie delimitada de tareas y actuar con una autonomía limitada.

También existen aquellos con una ruta programada que se comportan de forma autónoma.

Los drones tienen un gran potencial en áreas muy diversas, ya que puede desplazarse rápidamente sobre un terreno irregular o accidentado y superar cualquier tipo de obstáculo ofreciendo imágenes a vista de pájaro y otro tipo de información recogida por diferentes sensores.

El modelo y objetivo de este vehículo aéreo no tripulado se hará en base en nuestra capacidad de realizar sistemas a medida para cubrir necesidades concretas del cliente en muy diversos ámbitos, aprovechando el uso de las técnicas de inteligencia artificial.

A modo de ejemplo, estas son algunas aplicaciones de un dron:

Uno o más drones de tipo helicópteros pueden buscar personas desaparecidas en lugares abiertos o de difícil acceso como zonas montañosas o nevadas. El reducido tamaño de estos, permite tenerlos siempre disponibles en estaciones de montaña, reduciendo considerablemente el tiempo de búsqueda.

Existe un amplio mercado para estas aplicaciones, como por ejemplo, el recuento de árboles en una finca afecta a subvenciones, realización de fotografías y vídeos publicitarios de carácter comercial para inmuebles, campos de golf, hoteles, etc.

(Drones-Tech, n.d.)

4.3. Prevención y control de incendios:

En el campo forestal, los drones permiten la supervisión constante, en horas de alto riesgo, de un área boscosa, en busca de puntos activos o conatos de incendio. El vehículo no tripulado puede supervisar una amplia zona boscosa desde el aire, sin riesgo de vidas humanas y reduciendo los costes comparado con los activos humanos necesarios para desarrollar la misma tarea.

(Dynamics, 2012)

4.4. Seguridad y Aplicaciones Militares:

Contar con un vehículo aéreo no tripulado puede ser útil en misiones de reconocimiento, para planear tácticas, observar instalaciones desde el aire o realizar tareas de escolta a un convoy militar.

Son en particular especialmente interesantes las tareas de vigilancia de fronteras y zonas de acceso restringido, con la posibilidad de establecer una patrulla constante en la zona a proteger y realizar una detección automática de las situaciones de riesgo, disparando una alarma de supervisión manual.

Y otras aplicaciones como: Internet: distribución de señal gratuita de internet

Agricultura: gestión de cultivos. Geología. Hidrología. Medio ambiente: estado de la atmósfera. Control de obras y evaluación de su impacto. Seguimiento de la planificación urbanística. Gestión del patrimonio.

Control y análisis de multitudes: Manifestaciones, conciertos, etc.

Investigación de una escena de un crimen desde el aire: Accidentes de tráfico.

Exploración de lugares de difícil acceso: Cuevas, precipicios, etc.

Movilidad y Tráfico: Grabación y monitorización de la situación del tráfico.

4.5. Partes que componen un dron

Cada vez se habla más de los drones de uso civil, ya sea por su utilidad para lograr tomas aéreas o por aspectos relacionados a la seguridad y privacidad en su uso. Estos equipos en su mayoría comparten la característica de ser multirrotores, es decir son helicópteros de 3 o más hélices de sustentación vertical.

Pero ¿qué ventaja tiene una máquina de este tipo en relación con una de ala fija, como un avión por ejemplo? La principal, que puede sobrevolar cualquier lugar de forma estática y relativamente estable, a diferencia de un avión que tiene que estar siempre en movimiento para lograr sustentación.

(Dynamics, 2012)

La estabilidad lograda por un dron multirrotor se da gracias a un elaborado sistema compuesto por tecnología avanzada que está cada vez más al alcance de todos. A continuación listamos (e ilustramos) las partes que constituyen a estos equipos:

Marco (o frames): Es el esqueleto del multirrotor, es la estructura que le da la forma y en donde todas las otras partes se instalan y aseguran. Como se observa existen diferentes diseños y materiales.



Figura 1 Marco o Frame de 6 rotores

Fuente: extraído de https://droningpage.files.wordpress.com/2014/10/img_0002.jpg



Figura 2 Marco o Frame 4 rotores

Fuente: extraído de https://droningpage.files.wordpress.com/2014/10/carboncore_cortex_multicopter_uav_2.jg



Figura 3 Frame 4 rotores en carcasa

Fuente: extraído de

https://droningpage.files.wordpress.com/2014/10/ebaf95176b81054cae4b9d617f900225_1024x1024.png

Motores, Hélices y ESCS: Son los componentes fundamentales para mantener al multirrotor en el aire. Los ESC (Electronic Speed Control) o Controladores de Velocidad Electrónicos regulan la potencia eléctrica para lograr controlar el giro de los motores con agilidad y eficiencia. Este giro está conectado a las hélices cuya rotación a alta velocidad genera la sustentación del multirrotor.



Figura 4 Motores

Fuente: extraído de https://droningpage.files.wordpress.com/2014/10/img_0006.jpg

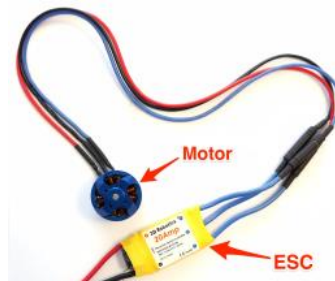


Figura 5 Esc (Electronic Speed Control)

Fuente: extraído de https://droningpage.files.wordpress.com/2014/10/img_00102.jpg



Figura 6 Rotor brushless

Fuente: extraído de https://droningpage.files.wordpress.com/2014/10/img_0007.jpg

Controlador de Vuelo: Este componente es el cerebro de la máquina. Éste censa y controla todo lo que sucede con el multirrotor, y es a donde prácticamente todos los componentes van conectados.



Figura 7 Controlador de vuelo 1

Fuente: extraído de https://droningpage.files.wordpress.com/2014/10/naza_mc_31.jpg



Figura 8 Controlador de vuelo 2

Fuente: extraído de <https://droningpage.files.wordpress.com/2014/10/dji-naza-m-v2-flight-controller-720-p1.jpg>



Figura 9 Controlador de vuelo 3

Fuente: extraído de <https://droningpage.files.wordpress.com/2014/10/260701.jpg>

Radio Receptor: Es el responsable de recibir la señal de radio enviada desde el Control Remoto, el cual ha interpretado el movimiento realizado por el usuario y lo ha transformado en onda radial. La señal de radio es recibida por el Radio Receptor del multirotor y transformada en datos que se envían al Controlador de Vuelo para que ejecute la instrucción, normalmente con cambios coordinados en la velocidad de los motores (cuando se trate de una instrucción de movimiento).



Figura 10 Radio receptor 1

Fuente: extraído de <https://droningpage.files.wordpress.com/2014/10/dji-dt7-2-4ghz-transmitter-and-receiver-2-1270-p.jpg>



Figura 11 Radio receptor 2

Fuente: extraído de <https://droningpage.files.wordpress.com/2014/10/dji-dt7-2-4ghz-transmitter-and-receiver-2-1270-p.jpg>

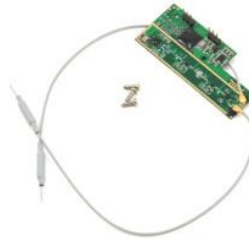


Figura 12 Radio receptor 3

Fuente: extraído de <https://droningpage.files.wordpress.com/2014/10/dji-phvrec.jpg>

Baterías: Proporcionan la energía necesaria para hacer funcionar el equipo. Son componentes muy pesados por lo que es esencial que sean capaces de tener una buena relación peso/capacidad para maximizar la autonomía de vuelo del mutirotor. Las más utilizadas son las baterías Li-Po (polímero de litio) debido a su densidad de energía, su bajo peso y su alta tasa de descarga que es ideal para maniobras ágiles como las de un multirotor.



Figura 13 Batería 1

Fuente: extraído de https://droningpage.files.wordpress.com/2014/10/dji_8_battery.jpg



Figura 14 Batería 2

Fuente: extraído de <https://droningpage.files.wordpress.com/2014/10/large-4-6731a0564a1b13c3d97e15c4ce178720.jpg>



Figura 15 Batería 3

Fuente: extraído de <https://droningpage.files.wordpress.com/2014/10/losi10thlipo.jpg>

Estos fueron los componentes básicos que constituyen multirrotor, con esto ya es posible volar, pero existen componentes adicionales para darle mayor estabilidad, seguridad y utilidad al equipo. A continuación algunos ejemplos:

GPS y Brújula: Componentes que conectados al Controlador de Vuelo le permiten a éste conocer la ubicación, altitud y velocidad exactas del multirrotor. A partir de esto, y dependiendo del programa que tenga el controlador, se podría automatizar el comportamiento del multirrotor para mantenerse estático en un mismo punto, volar en cierta dirección o velocidad relativa o volar hacia puntos predefinidos.



Figura 16 GPS y brújula 1

Fuente: extraído de <https://droningpage.files.wordpress.com/2014/10/module-gps-f-e-s-pour-ar-drone-mod-rc.jpg>



Figura 17 GPS y brújula 2

Fuente: extraído de <https://droningpage.files.wordpress.com/2014/10/dsc-4285.jpg>



Figura 18 GPS y brújula 3

Fuente: extraído de <https://droningpage.files.wordpress.com/2014/10/dji-phantom-compass-png.jpeg>

5. METODOLOGÍA

5.1 Tipo de proyecto

Este trabajo es de tipo práctico, inicialmente se identifican en los formatos respectivos, las causas costo-beneficios y ventajas que ofrece desde el ámbito comercial y empresarial, respecto a la escases de movilidad, visión y bajas de los equipos; posteriormente se realiza un estudio para optimizar el control y documentar las necesidades y percances que han sido motivos para utilizar el equipo de servicio.

5.2 Método

Inductivo, ya que parte de la necesidad del mejoramiento en el reconocimiento de áreas de alto riesgo o de difícil acceso, buscando solucionar una problemática vigente que acarrea hace mucho tiempo a la sociedad. Todo esto mediante la implementación de un vehículo aéreo no tripulado multifuncional (capaz de realizar cualquier tipo de tarea) con posibilidad de uso, ejecución de trabajos y reconocimiento de áreas de alto riesgo o de difícil acceso, el cual no requiere una actuación de pilotos en la zona indicada ya que posee una navegación completamente autónoma, garantizando así la mayor discreción, versatilidad y rapidez necesaria.

5.3 Población y muestra

Nuestro proyecto esta visualizado principalmente en el trabajo continuo con las **empresas y/o personas dedicadas al auxilio, en zonas de desastres de difícil acceso y las empresas de exploración, monitoreo y medición de terrenos.**

Y finalmente, las **empresas de seguridad**, servicios de Aero vigilancia para mayor control de seguridad.

5.4 Técnicas de recolección de información

5.4.1 Fuentes primarias: Para la investigación en este proyecto se hizo observación directa e indirecta en zonas que además de tener un difícil acceso y movilidad para las personas, también presentaban problemas según las situaciones naturales o su geología, como por ejemplo, el crecimiento de un río y la exploración de una selva.

5.4.2 Fuentes secundarias: Para completar la investigación se utilizó proyectos radicados en la ciudad de Medellín de compañeros de aeromodelismo, ayudas didácticas como fotos y videos.

6. CONSTRUCCIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL DRONE:

En Drones, se entiende como estructura a la elaboración e implementación de los elementos y partes que lo conforman, una de estas formas son las siguientes:

6.1. Fuselaje o Marco:

A continuación, seleccionamos un marco, este necesita ser lo suficientemente fuerte como para soportar las fuerzas opuestas de los motores sin flexionar y hacer frente a los aterrizajes forzosos sin romperse. Al mismo tiempo, también debe ser lo suficientemente ligero, que sus motores puedan fácilmente levantarlo, y lo ideal sería tener un pequeño perfil aerodinámico para evitar ser demasiado afectado por el viento. Los marcos deben ser capaces de amortiguar las vibraciones y eventualmente contar con soportes para colocar una cámara u otro equipo.



Figura 19 Fuselaje o Marco

Fuente: extraído de <http://g03.a.alicdn.com/kf/HTB18CFyIXXXXXboXpXXq6xXFXXXw/-font-b-DJI-b-font-Hot-Wheels-DIY-same-paragraph-font-b-quadcopter-b-font.jpg>

Si queremos que nuestro Drone sea ágil y acrobático, debemos buscar o construir un cuadro ligero (alrededor de 350 gramos, o menos si es posible) con una diagonal de motor a motor de 400-500mm. Los cuadros de carbono probablemente serán mejores para esto.

Para llevar una pequeña cámara de video, la estabilidad y espacio para una carga útil es lo más importante, en este caso tendríamos que buscar un buen marco fuerte con una diagonal de motor a motor de 450-700mm. Es posible considerar diferentes configuraciones de forma, tales como H-quads o V-colas, con el fin de tener los motores fuera del alcance del video.

En nuestro caso, disponemos de un marco H-quads con un peso aproximado de 330 gramos y diagonal de motor a motor de 7 cm.



Figura 20 Fuselaje o Marco propio

Fuente: Autores

7. DESARROLLO DEL SISTEMA DE POTENCIA

7.1. Motores:

La elección del motor adecuado es importante para un buen rendimiento en cualquier Drone, pero es especialmente crítico en un QuadCopter, donde su Drone 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:

Empuje requerido por motor = (peso de la aeronave x 2) / 4 motores

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

A los efectos de la estimación, podemos suponer 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 4 de "ESC" (controladores de velocidad, explicaremos luego) y sus cables y enchufes, el receptor de radio, tablero de control y cableado probablemente pesará otros 50 gramos o menos. Si llevamos una carga útil, como por ejemplo una cámara u otro equipo especial, que tendrá que añadir también.

Para el QuadCopter nuestro, el peso de vuelo total es alrededor de 1 kg (1000 gramos). Usando la ecuación anterior, ahora sabemos que estamos en busca de un empuje total de 500 g por cada motor, y motores de hasta 1000 gramos de empuje, lo que puede generar al menos 650 gramos de empuje utilizando una batería de 3 celdas y un propulsor de 8 a 12 pulgadas de diámetro.



Figura 21 Motor

Fuente: Autores

Para las aeronaves de acrobacia aérea, debemos buscar en los motores de alrededor 1000-1400kv y relativamente pequeñas hélices. Estos harán que el Drone sea más sensible y permitir saltos y otras maniobras acrobáticas, a expensas de ser un poco más difícil de controlar.

Para grandes multi-rotors o aeronaves que lleven cargas útiles, grandes hélices y motores de baja kv trabajan mejor. Estos tienen más impulso de rotación, y mantendrán más

fácilmente la estabilidad del Drone. Debemos buscar 700-900kv motores capaces de hacer el empuje que necesita.

Utiliza una batería de 3 celdas, para empezar, se puede cambiar a una de 4 celdas más adelante si es necesario.

Drones básicos comúnmente utilizan hélices tipo slow-fly 2 palas, 8.12 pulgadas de diámetro y con un paso de 4 a 6 pulgadas, sin embargo la selección de la hélice es muy importante y puede ser un poco complicado.

Debemos empezar a buscar motores, para eso debemos mirar la lista de especificaciones para cada motor que se encuentra en las tiendas en línea, pero trata de comprobar los siguientes elementos en cada motor:

1. Peso - 100 gramos o menos
2. Voltaje - 3 celdas (11.1V) generalmente lo que estás buscando
3. Velocidad de Motor (kV) – de acuerdo a sus necesidades (mientras más lento, más estable)
4. Datos Thrust – Capacidad de empuje de acuerdo a la fórmula expuesta anteriormente
5. Tamaño: Los motores más comunes van desde 21 a 30mm

En nuestro caso las especificaciones de nuestro motor son las siguientes:

1. D2830-11 1000 kv de motor sin escobillas
2. Rpm / V: 1 000 kV
3. Eje: 3, 17 mm
4. Voltaje: 2S ~ 4S (7.4v 14.8v a)
5. Peso: 52g
6. Vatios: 210W
7. Corriente máxima: 21A
8. ESC: 30A

Sugerido Prop: 8x4 (4S) ~ 10x7 (2S)

Montaje del círculo de agujeros: 16 mm o 19 mm



Figura 22 Aspas

Fuente: Autores

7.2. Controlador de velocidad:

Una vez que hayamos elegido el motor, también es necesario seleccionar el controlador de velocidad o “ESC” (Electronic Speed Control), afortunadamente, esta tarea es mucho más simple que la selección del motor.

Los ESC se clasifican principalmente para la cantidad de corriente que puede suministrar constantemente al motor. Algunos también pueden tener una calificación de "Burst Current", pero esto debe ser ignorado por el momento. Para obtener el ESC correcto, primero determinamos el consumo de corriente máximo de las especificaciones del motor elegido, añadimos un margen de seguridad del 10%, y buscamos los ESC clasificados a por lo menos esta cantidad de corriente. También tendremos que comprobar que su ESC elegido está clasificado para el número correcto de células de la batería (generalmente 3 celdas o 11.V) y asegurarnos de que no es demasiado pesado.

Casi cualquier ESC trabajará en nuestro Drone, pero algunos funcionan mejor que otros. Algunos de los ESC de mayor calidad son de una "frecuencia de actualización" más rápida - el número de veces (por segundo) a la que se comprueban nuevas instrucciones de la tarjeta de control y ajustar la velocidad del motor en consecuencia. Un ritmo más rápido de actualización significa un mayor control, una respuesta más rápida a la entrada piloto y, en definitiva, una mayor estabilidad.

Se debe considerar que se necesitan 4 ESC idénticos para el Drone. Es posible volar un quadcopter con 4 ESC diferentes, pero será más errático y mucho más difícil de controlar.

También se puede considerar la posibilidad de comprar una tarjeta de programación para nuestros ESC. Esta herramienta pequeña, de bajo costo nos permitirá de forma rápida y fácil reprogramar los ESC que se comporten de manera incorrecta. No es obligatorio - se puede programar manualmente los ESC - pero la tarjeta de programación hace las cosas más fáciles.



Figura 23 ESC (Electronic Speed Control)

Fuente: extraído de <http://g01.a.alicdn.com/kf/HTB1SHfLHFXXXXX4aXXXq6xXFXXxE/4PCS-30A-font-b-Brushless-b-font-450-helicopter-multicopter-font-b-Motor-b-font-Speed.jpg>

El amperaje es el encargado de decirnos que tipo de ESC se debe utilizar para nuestros motores, este define el margen de seguridad ya que el voltaje siempre es el mismo y este no incide en algún problema de recalentamiento como lo haría el amperaje.

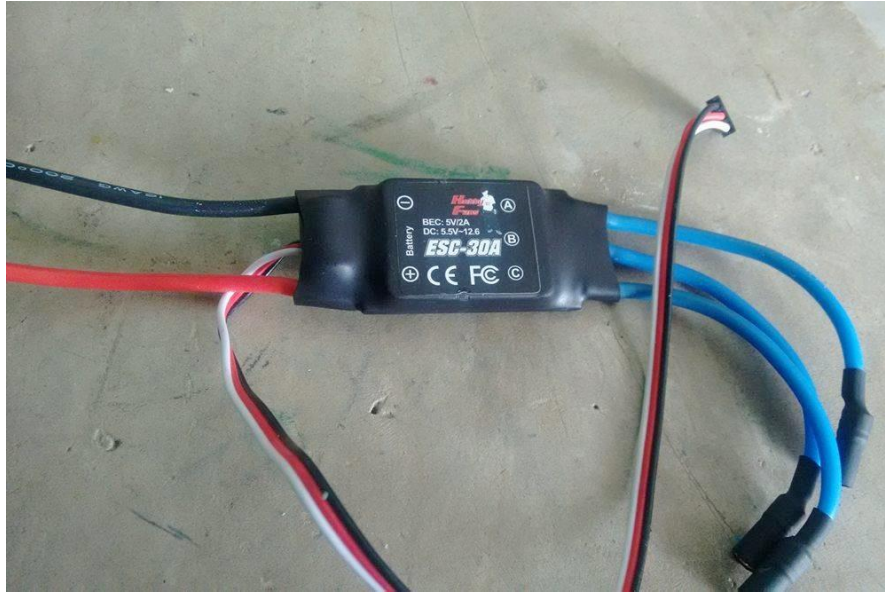


Figura 24 ESC (Electronic Speed Control)

Fuente: Autores

Nuestros ESC contienen las siguientes especificaciones:

ESC BRUSHED HOBBY FANS de 30 amperios

- La función de interrupción se puede encender / apagar por el puente.
- Tipo de batería puede ser elegido por un puente.
- Para Lipo el umbral para cada celda es 3.0v, menor que el umbral ESC se reducirá gradualmente la potencia de salida.
- Frecuencia PWM es de 2 KHz.
- Protección contra el sobrecalentamiento durante 110C.
- Pérdida de la señal de aceleración de 1 segundo se reducirá gradualmente la potencia de salida, después de 2 segundos por completo de corte.
- Cont actual: 30A
- Burst actual: 40A
- Modo BEC: 5V / 1A
- Las células Lipo: 2-3

-NiMH: 4-10

-Peso: 21g

-Tamaño: 45x21x8mm

7.3 Hélices:

Seleccionar las hélices es un trabajo bastante simple, en teoría. Las especificaciones para nuestro motor deben indicar más o menos el tamaño que necesita, para crear el empuje que estamos buscando. Sin embargo, hay algunas complicaciones.

El problema principal es encontrar las hélices que están disponibles en ambos sentidos de giro, los QuadCopter 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 Drone.



Figura 25 Hélices

Fuente: Autores

Debemos comenzar con la hélice de tamaño recomendado en las especificaciones del motor, pero no debemos dudar en experimentar con diferentes hélices, así notaremos cómo afecta el rendimiento de nuestro Drone. Podremos encontrar que la vida de la batería se puede ampliar hasta en un 15% simplemente por la búsqueda de la perfecta combinación de diámetro y paso de una hélice.

Para el caso de nuestro Drone, las hélices las conseguimos teniendo en cuenta las siguientes especificaciones:

- Diámetro: 9.4ins
- Pitch: 5.0in
- Rosca de montaje: 6mm
- Peso: 12 g cada uno
- Rotación: 1 cada L / H y R / H
- Color blanco
- Sistema tensor del propulsor 9.4x5 blanco (CW / CCW) (2pcs)

Estas hélices auto apriete son una gran actualización para casi cualquier otro modelo multi-rotor por medio de motores con eje roscado de 6 mm. Estas hélices son más rígidas, proporcionando una mayor eficiencia y menor flexibilidad en las puntas de las palas. Además, el aumento de tono proporciona más empuje.

Si decidimos experimentar, debemos tener cuidado de quemar nuestros motores, batería y ESC, la temperatura de estos puede subir peligrosamente por sobrecargar de trabajo al usar hélices demasiado grandes.

Al comprar hélices, debemos asegurarnos de pedir por lo menos el doble de las hélices necesarias, son muy fáciles de romper cuando estamos aprendiendo, afortunadamente son relativamente baratas cuando se compran en paquetes. Es muy frustrante no poder volar, simplemente por no tener una hélice de repuesto.

Cada uno de nuestros nuevos propulsores (hélices) tiene que ser equilibrado antes de que sean utilizados en nuestro Drone. Defectos leves en el proceso de fabricación pueden causar que una hoja de la hélice sea un poco más pesada que la otra, creando una vibración cuando la hélice está girando rápidamente. Para equilibrar, simplemente añadimos o eliminamos peso de modo que ambas cuchillas sean el mismo peso. Esta tarea sólo se tarda un minuto o dos con el equipo adecuado, y puede mejorar dramáticamente la estabilidad del Drone al reducir las vibraciones que produce malestar en los sensores del controlador central.

También debemos tener en cuenta que algunas marcas de hélices multi-rotor más populares están disponibles en múltiples colores. La idea es que los 2 motores delanteros estén equipados con (por ejemplo) hélices rojas, y los motores traseros estén equipados con un color diferente. Esto nos ayuda a la hora del vuelo en la orientación, al saber qué camino está apuntando el Drone, y en qué dirección es "hacia adelante". Hay otras formas, tales como diferentes colores o marcas en los "brazos" del marco, o el uso de Leds, que pueden lograr un resultado similar.

Por último, hay muchas personas que utilizan hélices de 3 palas en Drone multi-rotor. Las principales razones para esto pueden ser el aumento "de tracción", debido a la mayor superficie de las hojas, el equilibrio mejora porque las cuchillas están repartidas alrededor del marco a 120 grados en lugar de 180, y la longitud de la hoja reducida (con un empuje equivalente) permite el paso del Drone por áreas de acceso reducido. En teoría, las hélices de 3 palas crean más fricción y son menos eficientes que las de 2 palas, pero la diferencia es a menudo lo suficientemente pequeña como para ser notable.

7.4. Batería:

Al elegir una batería, las dos cosas principales que son de interés son la capacidad y peso. A primera vista, parece sencillo - una batería con mayor capacidad mantendrá nuestro Drone en el aire por más tiempo. Sin embargo, las baterías con mayor capacidad son también más pesadas, lo que significa que sus motores tienen que trabajar más duro para mantener el Drone en el aire. Siempre existe el riesgo de obtener capacidad de vuelo muy limitada por adquirir baterías

demasiado pesadas. El método que utilizaremos para decidir qué batería a utilizar es relativamente simple, recordemos que la regla de oro para elegir los motores es tener el doble de empuje que el peso del Drone. Como la batería es el último componente que se escoge, podemos tener una buena idea del peso del Drone, restamos el empuje total de los 4 motores menos el peso del Drone (incluyendo cargas útiles adicionales), la diferencia debe alcanzar para las baterías de 3 cell.

Teniendo en cuenta que 4 motores que funcionan al mismo tiempo pueden consumir una gran cantidad de corriente. Debemos asegurarnos de que la calificación de la batería C sea suficiente para soportar 4 x la corriente máxima del ESC elegido.

No hay manera de saber exactamente el tiempo de cada vuelo de nuestro Drone o la vida útil de la batería. El peso, las condiciones de vuelo, el tipo de motor, el tamaño de la hélice y el estilo de pilotaje de cada piloto, son todos factores importantes para determinar estas variables.



Figura 26 Batería

Fuente: Autores

Esta es la batería que elegimos para nuestro Drone, basada en las siguientes especificaciones:

-ZIPPY Flightmax 2200mAh 4S1P 40C

-Capacidad: 2200mAh

-Voltaje: 4S1P / 4 / celulares 14.8V

- Descarga: 40C Constante / 50C Burst
- Peso: 250g (incluyendo cable, el enchufe y el caso)
- Dimensiones: 105x35x30mm
- Balance de enchufe: JST-XH
- Enchufe de descarga: XT60

8. IMPLEMENTAR EL SISTEMA DE CONTROL Y COMUNICACIONES

8.1. Unidad de control (mcu)

Unidad básica de cada drone, su función es automatizar los procesos necesarios para sincronizar todas las partes electrónicas del drone para su correcto funcionamiento (reguladores, sensores, etc.)

También reciben el nombre común de “unidad estabilizadora” y vienen programadas por defecto con los parámetros y configuraciones del fabricante (firmware).

Grupo de sensores comunes:

Giróscopo .- Junto a la estabilizadora permiten tener el drone nivelado.

Acelerómetro .- Mide variaciones de aceleración o velocidad.

Barómetro .- Mide variaciones de altura, también llamados altímetros.

Brújula .- Mide la orientación del drone.

GPS .- Mide y sitúa al drone en coordenadas geográficas. (Red satélites GPS)

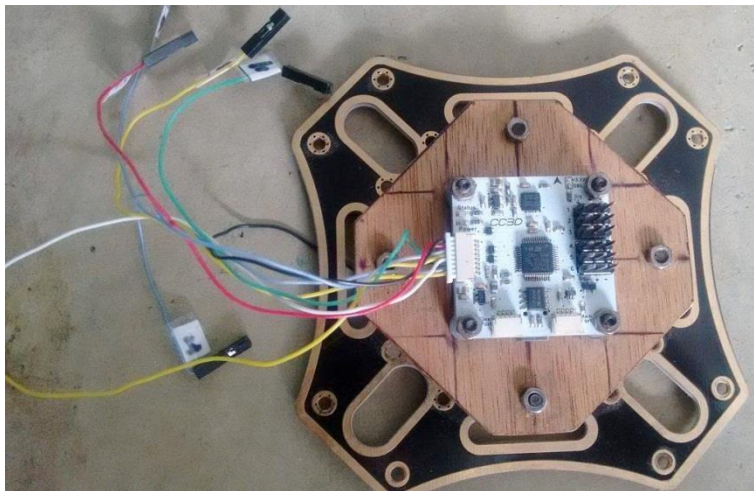


Figura 27 Unidad de Control

Fuente: Autores

8.2. Emisora:

Es el control remoto del drone, y su responsabilidad es mantener comunicado de forma inalámbrica al piloto y al drone de forma bilateral. Ejemplo: Piloto da instrucciones de vuelo al drone. Y drone da información relevante sobre su estado al piloto como por ejemplo el estado de la batería o su posición GPS.



Figura 28 Emisora

Fuente: Autores

9. SISTEMA DE COMUNICACIONES

AM; FM; 2,4Ghz. Siendo la 2,4ghz la más frecuente de las asignadas para el aeromodelismo ya que termino con los problemas de otras frecuencias y sus interferencias, Wifi; Bluetooth. Aeromodelismo popularizado en dispositivos móviles de última generación.

Canales de la emisora:

Limitan las posibilidades y controles de vuelo. Cada canal gestiona habitualmente un servo cuya función es la de ubicar una posición electrónica de forma precisa dentro de su rango de acción.

Ejemplos de canales:

Canal de potencia, elevación, timón, guiñada, tren de aterrizaje, etc.

Pantalla:

Muestra información relevante al piloto sobre el drone. (Estado de las baterías, coordenadas de posición, estado y calidad de la señal, FPV, etc.)

10. SISTEMA ÓPTICO

Una cámara oculta también denominada "cámara espía", es una cámara de fotos o de vídeo usada para filmar las personas sin su conocimiento. La cámara está "oculta" ya que, o bien no es visible para el sujeto que está siendo filmado, o se camuflada con la forma de otro objeto. Las cámaras ocultas se han hecho populares para la vigilancia del hogar, y pueden ser incorporadas en objetos domésticos comunes, tales como detectores de humo, despertadores, plantas o teléfonos móviles. Las cámaras ocultas también pueden ser utilizadas comercialmente o industrialmente como cámaras de seguridad.



Figura 29 Cámara baja potencia

Fuente: extraído de http://globedia.com/imagenes/noticias/2012/11/22/camaras-espia-comprar-productos-precio-barato_2_1471829.jpg

11. PRUEBAS DE DESEMPEÑO EN UN AMBIENTE CONTROLADO

Se realizó un vuelo de prueba en las torres de Bombona de la ciudad de Medellín, en las cuales se observa y analiza el desempeño del dron con su equipo de control y visión, con el fin que sea totalmente confiable para el cumplimiento de su labor en zonas de desastres y en zonas de difícil acceso.

Se empezó haciendo pruebas con pesas para saber cuánto peso era el que podía levantar sin perder su movilidad y maniobrabilidad, y se observa que al momento de su arranque es necesario un buen nivel de potencia ya que requiere más esfuerzo en sus motores.

Para la primera prueba, se acordó probar el Dron con 1 kg de peso.



Figura 30 Prueba de vuelo 1

Fuente: Autores

Luego de comprobar el peso equivalente que podía llevar el Dron, procedimos a realizar una prueba de altura con dicho peso, todo esto con el fin de conocer su estabilidad y límite de vuelo. Alcanzando una altura máxima de 60 metros de altura.

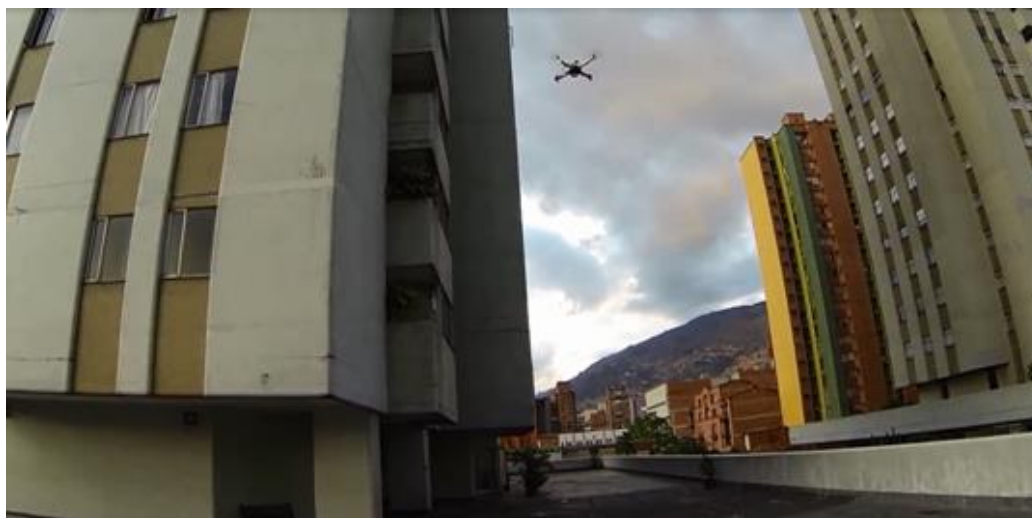


Figura 31 Prueba de vuelo 2

Fuente: Autores

En baja altura, observamos mediante una prueba de precisión, que el Drone tiende a inclinarse dependiendo de la estabilidad con la que se encuentre su centro de gravedad



Figura 32 Prueba de vuelo 3

Fuente: Autores

Para finalizar las pruebas en este sector, procedimos hacer un aterrizaje controlado, con el fin de evaluar el comportamiento del drone con un peso equivalente.



Figura 33 Prueba de vuelo 4

Fuente: Autores

En las siguientes imágenes mostramos el lugar y espacio del recorrido de la prueba:



Figura 34 Prueba de vuelo 5

Fuente: Autores

Realizamos nuevas pruebas en un ambiente abierto, con el fin de simular un área de desastre. Delimitamos un área de 1000mt cuadrados, la cual estaba situada en Amazonia, Bello-Antioquia.



Figura 35 Prueba de vuelo 6
Fuente: Autores

Comenzamos con el vuelo de reconocimiento de terreno alcanzando una altura entre 120mt y 300mt. La altura establecida para no perder de vista el drone.



Figura 36 Prueba de vuelo 7
Fuente: Autores

En esta además, analizamos el ángulo de visión de la cámara y de la trayectoria exacta que seguía el dron mediante su control.



Figura 37 Prueba de vuelo 8
Fuente: Autores

Dicha prueba se hizo con el propósito de pre visualizar el área y la cobertura del desastre o situación a tratar.



Figura 38 Prueba de vuelo 9
Fuente: Autores

En las siguientes imágenes mostramos el lugar y espacio del recorrido de la prueba:



Figura 39 Prueba de vuelo 10
Fuente: Autores

12. CONCLUSIONES

|
La estructura del drone fue la ideal para este trabajo pues se mantuvo intacta ante vuelos agresivos e impactos moderados

Las interfaces de potencia de los motores respondieron adecuadamente ante el estrés de los vuelos realizados

El sistema de control mantuvo al drone estable ante las turbulencias presentadas en las pruebas aunque podría mejorarse para vuelos futuros

Aunque el sistema óptico cumplió su objetivo de mostrar el terreno al operario del drone, para tomas panorámicas se requiere una cámara de mayor resolución.

Se pudo implementar un drone para la exploración de zonas de desastres que servirá de herramienta para los socorristas y demás cuerpos de asistencia de emergencias.

Se consiguió hacer la implementación de un vehículo aéreo no tripulado multifuncional para zonas de desastre, evidenciado en las pruebas y tomas fotográficas realizadas en dos lugares específicos (Torres de bombona y Amazonia), el cual cumple con un buen funcionamiento y desempeño en las diferentes tareas encomendadas.

13. RECOMENDACIONES

Para un próximo proyecto o una innovación de este mismo, sería muy apto obtener nuevos recursos para realizar mejorar del Drone y sus funciones.

Por ejemplo, se puede mejorar el drone con un cambio de la tarjeta controladora, por un paquete llamado controlador de vuelo apm, este mismo establece unos 2.6 y 6 millones de gps, osd y radio telemetría. Con esto tendríamos una mayor seguridad en el momento de volar, lo cual también nos llevaría a una mejora de la batería, aumentando su duración de 4 celdas 65c de descarga y de un amperaje de 5.000mah.

También se recomendaría conseguir una cámara profesional y el equipo de fpv para una mayor seguridad y resolución en la toma aérea.

Teniendo dichas modificaciones, nos gustaría realizar nuevas pruebas en un lugar diferente como el Amazonas, para hacer allí un registro visual aéreo de sectores específicos, y para conocer aún más el cómo está avanzando la deforestación y el daño causado al medio ambiente.

14. CIBERGRAFIA

http://www.eldiario.es/turing/drones-usos-civiles_0_212779115.html

<http://www.esglobal.org/10-cosas-que-no-sabia-sobre-los-aviones-no-tripulados/>

<http://es.warhammer40k.wikia.com/wiki/Drones>

http://www.rpp.com.pe/2013-12-22-los-drones-su-funcion-en-la-vida-cotidiana-noticia_656850.html

<http://internivoro.com/otras-secciones/proyecto-drone/>

<http://www.taringa.net/posts/ciencia-educacion/12700803/Como-construir-un-cuadricoptero.html>

<http://conectica.com.mx/2014/06/27/droneproject-te-ensena-como-construir-tu-propio-drone/>