

Aprobado
02/04

1992

MSc.

Carlos Ruiz





**INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO
VIDA NUEVA**

TECNOLOGÍA EN ELECTROMECAÁNICA

**PROGRAMACIÓN DE UN VEHÍCULO INTELIGENTE
AÉREO NO TRIPULADO PARA EL PILOTAJE AUTÓNOMO
EN DIFERENTES AMBIENTES**

PRESENTADO POR:

BAUTISTA LÓPEZ ERICK LEONARDO

TUTOR:

ING. RUIZ GUANGAJE CARLOS RODRIGO MSC.

ABRIL 2021

QUITO – ECUADOR

TECNOLOGÍA EN ELECTROMECAÁNICA

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Proyecto: **“PROGRAMACIÓN DE UN VEHÍCULO INTELIGENTE AÉREO NO TRIPULADO PARA EL PILOTAJE AUTÓNOMO EN DIFERENTES AMBIENTES”** en la ciudad de Quito, presentado por el ciudadano **BAUTISTA LÓPEZ ERICK LEONARDO**, para optar por el título de Tecnólogo Electromecánico, certifico que dicho proyecto ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del tribunal examinador que se designe.

En la ciudad de Quito, del mes de abril del 2021.

TUTOR: RUIZ GUANGAJE CARLOS RODRIGO

C.I.:060403063-5

TECNOLOGÍA EN ELECTROMECAÁNICA

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

Los miembros del tribunal aprueban el informe de investigación, sobre el tema: **“PROGRAMACIÓN DE UN VEHÍCULO INTELIGENTE AÉREO NO TRIPULADO PARA EL PILOTAJE AUTÓNOMO EN DIFERENTES AMBIENTES”** en la ciudad de Quito, del estudiante: **BAUTISTA LÓPEZ ERICK LEONARDO** de la Carrera en Tecnología Electromecánica.

Para constancia firman:

ING.

DOCENTE ISTVN

ING.

DOCENTE ISTVN

ING.

DOCENTE ISTVN

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTORÍA

Yo, **BAUTISTA LÓPEZ ERICK LEONARDO** portador de la cédula de ciudadanía **172109298-7**, facultado de la carrera **TECNOLOGÍA ELECTROMECAÁNICA**, autor de esta obra certifico y proveo al Instituto Superior Tecnológico Vida Nueva, usar plenamente el contenido del informe con el tema **“PROGRAMACIÓN DE UN VEHÍCULO INTELIGENTE AÉREO NO TRIPULADO PARA EL PILOTAJE AUTÓNOMO EN DIFERENTE AMBIENTES”**, con el objeto de aportar y promover la lectura e investigación, autorizando la publicación de mi proyecto de titulación en la colección digital del repositorio institucional bajo la licencia de Creative Commons: Atribución- NoComercial-SinDerivadas.

En la ciudad de Quito, del mes de abril del 2021.

BAUTISTA LÓPEZ ERICK LEONARDO

C.I.:172109298-7

DEDICATORIA

Gracias a todas las personas que he tenido la dicha de conocer, compartir y que me han brindado su apoyo abnegado, con sus consejos, ánimos y acciones que han contribuido en mi formación profesional y que se ve reflejado en este proyecto de grado.

AGRADECIMIENTO

El más sincero agradecimiento a mis padres y hermano
y sobre a DIOS que siempre me apoyaron para llegar a
cumplir con este sueño que es de ser un hombre de
bien y con una profesión, y los compañeros q de
una u otra manera siempre estaban en los momentos
difíciles de mi vida estudiantil. Además, agradezco
a los ingenieros que me brindaron sus conocimientos
y sus consejos para ser un profesional de éxito,
también en ámbito personal.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN.....	1
ABSTRACT.....	2
INTRODUCCIÓN.....	3
Antecedentes.....	5
Justificación.....	7
Objetivos.....	8
Objetivo General.....	8
Objetivos Específicos.....	8
MARCO TEÓRICO.....	9
Fundamentación de la investigación.....	9
Los drones.....	10
Ventajas de los multirrotores.....	14
Modo de pilotaje de una aeronave no tripulada.....	16
Modo Autónomo.....	16
El modo automático.....	16
Modo manual.....	17
Modo Asistido.....	18
Tipos de Drones.....	20
Ala rotatoria.....	20

Ala fija.....	20
Tipos de drones según el medio por el que se mueven.....	21
Aéreos	21
Marítimos	22
Partes del drone.....	23
Chasis	23
Controladores de Velocidad.....	24
Motor.....	24
Hélices.....	25
Batería	26
Placa controladora de vuelo	26
Gimbal.....	27
Control	27
Cámara	28
Historia del Drone.....	28
Programación.....	34
Tipos de lenguajes de programación	35
Software.....	37
Hardware.....	38
METODOLOGÍA – DESARROLLO	40
Reconocimiento de las partes del drone	40

Análisis del control remoto.....	44
Procedimiento de programación	45
Pilotaje autónomo	52
PROPUESTA Y RESULTADOS	60
CONCLUSIONES	64
RECOMENDACIONES	65
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	66
ANEXOS	69

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen No. 1 Cronología de los nombres aplicados a las aeronaves robóticas....	12
Imagen No.2 Drone con cámara.....	13
Imagen No.3 Drone Multirrotores.....	14
Imagen No. 4 Drone	19
Imagen No. 5 Drone ala rotatoria.....	20
Imagen No. 6 Drone ala fija.....	21
Imagen No. 7 Drone Aéreo	21
Imagen No. 8 Drone Marítimo.....	22
Imagen No. 9 Drone Terrestre.....	22
Imagen No. 10 Chasis de un Drone.....	24
Imagen No. 11 Controladores de Velocidad	24
Imagen No. 12 Motor.....	25
Imagen No. 13 Hélices	25
Imagen No. 14 Batería	26
Imagen No. 15 Placa	26
Imagen No. 16 Gimbal.....	27
Imagen No. 17 Control Remoto	27
Imagen No. 18 Cámara.....	28
Imagen No. 19 Desarrollo del dron.....	29
Imagen No. 20 Bomba GB-1 Glide.....	31

Imagen No. 21 Northrop Falconer	33
Imagen No. 22 Partes del drone	40
Imagen No. 23 Protectores	41
Imagen No. 24 Hélices negras.....	42
Imagen No. 25 Hélices grises.....	42
Imagen No. 26 Batería	43
Imagen No. 27 Control remoto	43
Imagen No. 28 Aplicación DJI.....	45
Imagen No. 29 Comunicación del drone.....	46
Imagen No. 30 P-GPS	46
Imagen No. 31 Retorno a casa	47
Imagen No. 32 Máxima Altitud	47
Imagen No. 33 Satélites	48
Imagen No. 34 Despegue	48
Imagen No. 35 Señal de wifi y control.....	49
Imagen No. 36 Porcentaje de Batería.....	49
Imagen No. 37 Alertas de batería.....	50
Imagen No. 38 Mapa.....	50
Imagen No. 39 Radar	51
Imagen No. 40 Aterrizaje	52
Imagen No. 41 Calibración frontal.....	52

Imagen No. 42 Calibración de lado.....	53
Imagen No. 43 Reconocimiento de satélites	53
Imagen No. 44 Modo Autónomo	54
Imagen No. 45 Icono de control.....	54
Imagen No. 46 Modo Waipoints	55
Imagen No. 47 Selección de Recorrido.....	55
Imagen No. 48 Primer Punto.....	56
Imagen No. 49 Segundo Punto.....	56
Imagen No. 50 Tercer Punto	57
Imagen No. 51 Cuarto Punto.....	57
Imagen No. 52 Quinto Punto.....	58
Imagen No. 53 Aplicación de vuelo.....	58
Imagen No. 54 Aplicación de vuelo.....	59
Imagen No. 55 Calibración atmosférica.....	60
Imagen No. 56 Altura para el recorrido	61
Imagen No. 57 Retorno al punto de partida	61
Imagen No. 58 Posición del gimbla	62
Imagen No. 59 Seguimiento.....	63
Imagen No. 60 GPS drone.....	63
Imagen No. 61 Modo de vuelo.....	69
Imagen No. 62 Prueba de Altura.....	69

Imagen No. 63 Pilotaje manual	70
Imagen No. 64 Prueba de Cámara.....	70
Imagen No. 65 Rotación de Drone.....	71

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico No. 1 Ventajas de los Multirrotores	15
Gráfico No. 2 Modo Autónomo	16
Gráfico No. 3 Modo Automático	17
Gráfico No. 4 Modo Manual	17
Gráfico No. 5 Modo Asistido	18
Gráfico No. 6 Aeronave Piloteada a Distancia.....	30
Gráfico No. 7 Aeronave Piloteada a Distancia.....	34
Gráfico No. 26 Despegue	51

INDICE DE TABLAS

Tabla No. 1 Tipos de aeronaves	11
Tabla No. 2 Aeronaves piloteadas	29
Tabla No. 3 Primeros vuelos registrados	32
Tabla No. 4 Tipos de lenguajes de programación.....	36
Tabla No. 5 Software y Hardware de un ordenador.....	39
Tabla No. 5 Software y Hardware de un Drone	39
Tabla No. 7 Partes del control remoto.....	44

RESUMEN

En el presente proyecto se detalla la investigación desarrollada sobre la programación de un vehículo inteligente aéreo no tripulado para el posterior pilotaje autónomo en diferentes ambientes, en cuanto el piloto lo requiera. Con lo cual se analiza una gran variedad de marcas y modelos que existen en el área de drones, no todos son programables ya que tienen un software establecido por el fabricante y no son alterables, la marca DJI modelo Phantom 3 Standard permite insertar una programación diferente en su sistema operativo al tener un procesador actualizado el cual es la Unidad integrada de Medición esta tiene insertada un GPS ya que es compatibles con varias plataformas como IOS y ANDRONEID, esta tecnología permite almacenar varios vuelos previos para el posterior pilotaje, puede ser autónomo o dirigido como lo requiera el usuario a cargo. El dispositivo contiene opciones para ser modificado en cuanto a las necesidades del piloto al tener una velocidad Máxima 24 m/s la cual no es recomendable pilotarlo ya que dificulta su manejo y es más propenso a recibir algún tipo de daño irreversible, la velocidad máxima de ascenso es de 9 m/s y de descenso 3 m/s. Para poder tener un vuelo autónomo, se programó previamente los ascensos y descensos del dispositivo con el punto de retorno para que estas funciones se emparejan con sensores que están en el drone. En el caso que la batería se esté agotando o presenten fallas alguna parte del drone el software lo reconoce automáticamente y regresa al punto de partida para no ocasionar daños en el dispositivo la programación insertada precautela mucho al drone.

PALABRAS CLAVE:

Drone

Pilotaje

Autónomo

Programación

ABSTRACT

This project details the conducted research on the programming of an intelligent unmanned aerial vehicle for subsequent autonomous piloting in different environments as soon as the pilot requires it. Therefore, a wide variety of brands and models that exist in the drone area are analyzed, not all of them are programmable because they have an established software by the manufacturer and are not changeable. The DJI Phantom 3 Standard model allows to insert a different programming in its operating system, as it has an updated processor which is the Integrated Measurement Unit. It has a GPS inserted because it is compatible with several platforms such as IOS and ANDROID. This technology allows to store several previous flights for subsequent piloting, it can be autonomous or directed as required by the user in charge. The device includes options to be modified according to the pilot's needs, as it has a maximum speed of 24 m/s, which is not advisable to be piloted as it makes it difficult to handle and is more susceptible to receive irreversible damage, the maximum ascent speed is 9 m/s and the maximum descent speed is 3 m/s. To have an autonomous flight, the ascents and descents of the device were previously programmed with the return point so that these functions are paired with sensors that are in the drone. In the event that the battery is running low or any part of the drone is faulty, the software automatically recognizes it and returns to the starting point so as not to cause damage to the device, the inserted programming protects the drone.

KEYWORDS:

Drone

Pilotage

Autonomous

Programming.



Lcdo. Ricardo Quishpe

INTRODUCCIÓN

En el mundo, la tecnología ha atraído la atención de los seres humanos y empresas fabricantes que han contribuido a la invención de nuevos dispositivos, apoyando así la creación de nuevos empresarios. Por tanto, el nacimiento de un nuevo Drone ha cambiado por completo la forma de venta en el mercado tecnológico mundial siendo uno de los dispositivos más innovadores del último siglo. La forma correcta de llamarlo es UAV por sus siglas en inglés que dicen “unmanned aerial vehicle” traducido al español castellano es Vehículo Aéreo no Tripulado siendo lo más moderno en aviación no tripulada, avanzado en robótica y la aeronáutica. Estos dispositivos pueden ser muy utilizados en diferentes áreas, algunas más peligrosas que otras para cualquier ser vivo por lo cual requieren una increíble exactitud.

Por lo tanto, se realiza una investigación aplicada para conocer como están equipados estos dispositivos y sus diferentes tipos de accesorios de última generación como sensores infrarrojos controles GPS, parlantes y cámaras de alta resolución capaces de emitir información a satélites para posteriormente transmitir dicho contenido a tierra todo esto en fracciones de segundo. Se refleja un gran interés entre la sociedad actual por la alta demanda que se ha producido en los últimos años, con este proyecto busco darle un mayor aprovechamiento al dispositivo y no como se lo está utilizando comúnmente en el Ecuador es decir como juguete o distracción y mas no como una herramienta eficaz en varias áreas.

Sin embargo, en algunas ciudades como Quito ha insertado esta tecnología para combatir aglomeraciones y así disminuir los contagios por COVID19 pude observar que en las últimas votaciones algunos drones sobrevolaban varios recintos electorales y con altavoces anunciaban a las personas que mantenga la distancia. Es así como poco a poco esta tecnología está entrando de una manera más aprovechable a la sociedad civil.

El drone requiere de una programación para realizar varios vuelos autónomos los cuales pueden ser sobrevolar una circunferencia o seguir el mando del piloto todo esto en diferentes ambientes. Para que el drone tenga un recorrido

Garantizado se calibra la brújula que tiene el dispositivo y la verificación de satélites todo esto es necesario para que el drone no se pierda en la atmósfera y pueda ser orientado. El mantenimiento es fácil ya que se lo puede probar sin la necesidad de tener las hélices puestas así se observa si los multirrotores están funcionando de la mejor manera al igual que el gimbal posee unos cauchos estabilizadores los cuales pueden requerir cambios conforme su utilización.

Antecedentes

Unos de los datos más antiguos de la aparición de drone son en guerras al ser una ventaja para ataques aéreos como fue el caso en 1849 cuando el ejército Austriaco uso vehículos aéreos no tripulados con explosivos los cuales básicamente fueron globos dirigidos al enemigo, atacaron la ciudad de Venecia estos dispositivos dependían mucho del viento para su dirección los mencionados, explotaban una vez estaban sobre la ciudad mediante un sistema de batería galvánica con un hilo de cobre aislado estos explosivos caían verticalmente tras desinflarse el globo.

El surgimiento de la primera guerra mundial fue participe para el desarrollo del primer vehículo aéreo no tripulado controlado esto fue en el año 1916 los dispositivos fueron controlados por radio frecuencia AM para guiar la puntería de la artillería. El desarrollo de los drones iba de la mano de misiles como forma de guiar los explosivos hacia un objetivo determinado y así a inicio del siglo XX unas de las primeras demostraciones de un vuelo controlado, aquel ya se podía dar el concepto de UAV.

Puerta (2015) en su investigación “con la llegada de la segunda guerra mundial varios inventos fueron desarrollados a contra reloj la industrias que mayor velocidad de desarrollo alcanzó fue la industria aeronáutica, pasamos de los artilugios voladores de la primera guerra europea a los primeros motores a reacción” (p.8). A los que demuestra que los drones están netamente ligados a operaciones militares y los antecedentes más significativos han sido en guerras siendo unos de los campos con más experiencia en el pilotaje de estos dispositivos.

No fue hasta finales de la guerra fría en que los mercados militares empezaron a comercializar estos dispositivos con el fin de tener varios ejércitos actualizados para cualquier enfrentamiento militar que tenga cualquier aliado de los EE.UU como nos dice Paredes & Noguera (2015) “el mercado militar de los RPAS ha mostrado una tendencia positiva desde el final de la Guerra Fría (1990) y se espera que se acelere en las primeras décadas del siglo XXI. Este hecho ha venido impulsado por la actividad de los EE.UU. en diversos conflictos desde entonces”

(p.32). siendo así el país Norte Americano uno de los primeros en vender estos vehículos aéreos no tripulados

Ya para para la década pasada organizaciones civiles internacionales incluyen al drone como aeronaves como refiere Charfen (2015) “el año 2011 la organización de Aviación civil Internacional, organismo especializado de naciones unidas para la aviación civil haber suscrito el Convenio de Chicago de 1944, en la cual por vez primera reconoce a las aeronaves no tripuladas como aeronaves”(p.13). Lo cual estos dispositivos así sean piloteados de manera autónoma es considerado aeronaves aptas para la aviación civil.

Justificación

La programación de un vehículo inteligente aéreo no tripulado para el pilotaje autónomo en diferentes ambientes da la confianza para que de esta manera se puede automatizar vuelos previos, o a su vez retorno a sus puntos de partida logrando que los usuarios no tengan el mando a todo momento, y así optimizar el tiempo del dron en el aire, el retorno a un punto determinado garantizara que el dispositivo no sufra daños al momento del aterrizaje, así como también en vuelos programados.

En la actualidad se busca optimizar el tiempo y el trabajo de las personas esto quiere decir que tener al piloto al mando del dron en todo momento ayuda con el objetivo planteado, por ello se dispuso diversos métodos de programación para que el dispositivo pueda estar en vuelo sin la necesidad de ser maniobrado por un mando, esto ayuda al cuidado de diferentes puntos en los diferentes ambientes que se desee sobrevolar y así llegar a lugares que son muy difíciles para el ser humano.

El presente proyecto está diseñado para sobrevolar diferentes ambientes de una manera autónoma y evitar el pilotaje manual esto ayuda a realizar varios recorridos sin que el piloto este pendiente del dron y pueda hacer tomas o verificar que sucede en cada punto seleccionado. Al momento que el dron está sobrevolando los lugares predeterminados de manera autónoma ya está optimizando los recursos al ser la misma persona que pilotea el dron y puede hacer tomas o verificar en tiempo real cada lugar en vuelo sin la necesidad de que haya otra persona a cargo de la estabilidad del dron.

Gracias al sistema de programación puede minimizar el contacto físico con otras entre personas esto sería de gran ayuda para la actualidad, ya que convivimos con un virus mortal como es el COVID 19 el cual ha cobrado la vida de varias personas con el dron en vuelo se puede llevar medicina y con su cámara verificar el estado de los pacientes sin la necesidad de hacer contacto físico. De esta manera se podrá salvaguardar muchas vidas y combatir a esta terrible enfermedad que afectado a la economía mundial.

Objetivos

Objetivo General

Desarrollar un conjunto de programaciones en un vehículo inteligente aéreo no tripulado para el pilotaje autónomo en diferentes ambientes, en el periodo abril 2020 - septiembre 2020.

Objetivos Específicos

- Investigar los tipos de programación compatibles con el dispositivo para el desarrollo de vuelos no tripulados de acuerdo a las especificaciones.
- Determinar los tipos de lenguajes de programación que se pueden ejecutar en el dispositivo considerando los ambientes de vuelo.
- Comprobar el funcionamiento de las programaciones desarrolladas mediante las pruebas de vuelo ejecutadas con el dispositivo.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

Fundamentación de la investigación

En la actualidad el sector tecnológico debe encontrar alternativas para optimizar el trabajo y el tiempo de las personas, gracias a un vehículo inteligente aéreo no tripulado denominado como dron e puede que esto se haga posible. Varias actividades que antes parecían prácticamente imposibles el dispositivo lo hace, como por ejemplo tener una visibilidad a varios metros de altura en tiempo real o a su vez hacer recorridos automatizados y llegar a un punto específico algo que el humano no lo puede hacer con normalidad. Para que todo esto se lleve a cabo es necesario realizar una investigación aplicada la cual ayuda a los usuarios a tener un manejo responsable, para esto se detalla minuciosamente que hace cada parte del dron e y así no causar daños en el dispositivo a pilotear.

Según (Puerta, 2015):

Un dron e es clasificado como un vehículo aerodinámicamente con características especiales y muy parecidas a un avión, algunos por ejemplo los de uso militar tienen dimensiones relativamente grandes similares a las de aviones de combate, esto les permite tener la rigidez y capacidad para portar armamento, equipos de comunicaciones, hardware especializado y combustible. Se han desarrollado algunos prototipos más pequeños con menor capacidad de autonomía en vuelo, pero con la característica de ser más indetectables por su tamaño reducido, Lo anterior hablando del campo militar, dado que también existen DRONES muy pequeños utilizados para fotografía comercial, cinematografía, entretenimiento, usos de la industria y la ingeniería (p.8).

Los primeros modelos conocidos como drones se aparecen hace unos 20 años, aunque el modelo y las posibilidades de control eran bastante limitadas. La tecnología de materiales, y el software actual han logrado, que cada vez sean más potentes y a su vez más ligeros ayudando a tener un vuelo a metros de altura muy

Extensos y con mayor tiempo en el aire. Los cuales son desde minis drones hasta el profesional para actividades de vigilancia.

Los drones

Los drones o sistemas aéreos no tripulados (UAS), son piloteados de manera autónoma o puede también ser de forma remota, dependiendo las necesidades del usuario su peso por lo regular es muy ligero, también tiene que ver del tamaño esto ayuda a que pueda mantenerse suspendido en el espacio desafiando las leyes de la gravedad.

Según Charfen (2015):

Históricamente los RPAS se han llamado “drones”, palabra inglesa que significa textualmente “zángano” (el macho de la abeja). Hay varias teorías acerca del origen de este nombre, pero todas ellas coinciden en su origen militar. Indudablemente es el nombre más utilizado popularmente y es casi el único que se encuentra en la prensa generalista. En español presenta el problema de su forma correcta en singular. En inglés, el singular de “drones” es “drone”, si bien en español generalmente se utiliza la forma “drone” (p.11).

Por otro lado, han surgido aviones más complejos y completos que se derivan de distintas categorías, como los aviones híbridos, que suelen utilizar métodos de ala giratoria para realizar parte del vuelo durante el despegue y aterrizaje, utilizan una gran cantidad de hélices fijas para girar rápidamente llegando al destino de manera eficiente minimizando las probabilidades de accidentes mientras vuela.

Según la Organización de Aviación Civil Internacional ICAO, (2011):

El hecho de que la aeronave sea tripulada o no tripulada no afecta su condición de aeronave. Cada categoría de aeronave tendrá posiblemente versiones no tripuladas con el paso de los años. Este punto es importante para todos los aspectos futuros relativos a las UA y proporciona la base para

Tratar la aeronavegabilidad, el otorgamiento de licencias al personal, las normas de separación (p.4).

Las primeras intervenciones de los drones en la sociedad ha sido en el ejército según Puerta (2015), “algunos por ejemplo los de uso militar tienen dimensiones relativamente grandes similares a las de aviones de combate, esto les permite tener la rigidez y capacidad para portar armamento, equipos de comunicaciones, hardware especializado y combustible” (p.7). También se puede decir, que las aeronaves no tripuladas son en primer lugar dispositivos que están sujetas a las mismas normas y restricciones que las aeronaves tripuladas. Hay múltiples formas de clasificar las aeronaves, pero lo habitual es utilizar una clasificación atendiendo al modo en la que las aeronaves consiguen su sustentación en la atmósfera:

Tabla No. 1 Tipos de aeronaves

Aerostato	Aerodino	Ala fija	Ala rotatoria
Más ligero	Más pesado que el aire	Avión	Helicóptero
Globo aerostático		Planeador	Multirroto
Dirigible		Ala delta	Autogiro
		Parapente	
		Para motor	

Elaborado por: Erick Leonardo Bautista López

Fuente: Datos de la investigación

Las operaciones de UAV han logrado abrirse campo en el campo militar, para muestra el Ejército de los Estados Unidos tiene en sus filas aéreas a un tercio de la flota de aviones y son responsables de las tareas de inteligencia robótica, vigilancia y reconocimiento que deben realizar las fuerzas armadas una de la más grande del mundo.

Según Paredes & Noguera (2015) “la información de autorización facilitada por la Agencia Nacional de Seguridad existen 1.521 operadores autorizados en España. Estos operadores tienen registrados 2.931 aviones, de los cuales 88 son aviones y el resto son aviones rotativos” (p.16). Con lo que se tiene que la

abundancia de dispositivos aéreos tripulados está aumentando al igual que los dispositivos aéreos no tripulados que están llegando a las arcas de los ejércitos en el mundo.

En países como Estados Unidos son pioneros en la utilización de estos dispositivos tecnológicos, según Acosta & Mendoza, (2017) “el impacto económico de la integración del Sistema Aeroespacial No Tripulado (drone) en la economía de Estados Unidos revela que los mercados más prometedores para esta tecnología son los de Agricultura y Seguridad Pública” (p.2). Por otro lado, en varios estados limiten su uso ya que precautelan mucho el derecho a la privacidad que tiene todo ser humano con lo cual minimiza el uso de drone en puntos determinados a diferencia de otros países que también son potencia mundial los cuales no tienen ninguna restricción.

Por lo que aeronaves de ala rotatoria superan ampliamente a los de ala fija, atendiendo al modo en la que las aeronaves consiguen su sustentación en el aire. Una clasificación en la que se presenta los principales tipos de aeronaves que tiene unos de los países más desarrollados en el mundo como es el departamento de defensa de los Estados Unidos.



Imagen No. 1 Cronología de los nombres aplicados a las aeronaves robóticas.

Elaborado por: Charfen,(2015)

Fuente: Datos de la investigación

Infinidad de personas son cada vez más impulsadas a incurrir en este dispositivo tecnológico por su novedoso manejo con varias características la más llamativa es una cámara que según Ferreira & Aira, (2017)

El drone, es un equipo de navegación autónomo que posee características técnicas particulares para realizar trabajos de todo tipo, se pueden utilizar tanto en el exterior como en el interior de algunos espacios, se le pueden incorporar como carga útil diferentes tipos de sensores ópticos cámaras de video (p.2).

Con la cámara puede capturar momentos lugares que a través del ojo humano es prácticamente imposible no obstante no es una tecnología que esté al alcance de todos por su alto valor económico y su difícil importación, aunque existen varios drones caseros de un valor muy bajo a comparación con algunos profesionales.

Esta tendencia de las aeronaves multirrotores que suelen ser utilizadas en entornos civiles se debe a que son muy adecuadas para las principales actividades que se llevan a cabo en este momento, es decir, la toma de imágenes y videos. Los multirrotores tienen una gran capacidad para mantener al drone en el aire como menciona Erazo, (2019) “constituye la parte estructural o de soporte del multirrotor y está compuesto por: el fuselaje, tren de aterrizaje y en algunos casos un ducto que acompaña a cada propela y que se encargan de mejorar la eficiencia propulsiva de la aeronave” (p.2).



Imagen No.2 Drone con cámara
Elaborado por: Puerta (2015)
Fuente: Datos de la investigación

Los multirrotores son los más potentes al momento del despegue, por lo regular existen cuatro multirrotores para su estabilidad y mejor aterrizaje porque si el dron empieza a poner más multirrotores en efecto el dispositivo tendrá mayor altura de vuelo pero la batería se desgastará muy rápido ya que no alimentaría a cuatro si no a seis multirrotores, tampoco se puede poner cinco ya que existiría un desequilibrio en el vuelo.



Imagen No.3 Drone Multirrotores
Elaborado por: Puerta (2015)
Fuente: Datos de la investigación

Ventajas de los multirrotores

Según Machado & Pertúz, (2020):

Los drones multirrotores son más versátiles y flexibles, pueden permanecer inmóviles en un sitio a diferencia de los de ala fija, que siempre están en movimiento. Pueden despegar y aterrizar en espacios limitados. Mientras que los de ala fija requieren grandes extensiones para el aterrizaje (p.31).

Al tener multirrotores en drones tienen una gran ventaja al momento de aterrizar o despegar ya que lo pueden hacer de manera vertical, con ello tienen la facilidad de tomar vuelo en espacios reducidos también pueden sobrevolar diferentes ambientes y objetos con lo que ayuda a cualquier medición ya que puede suspendidos en el aire varios minutos sin bajar la altura de vuelo en la que se encuentren.

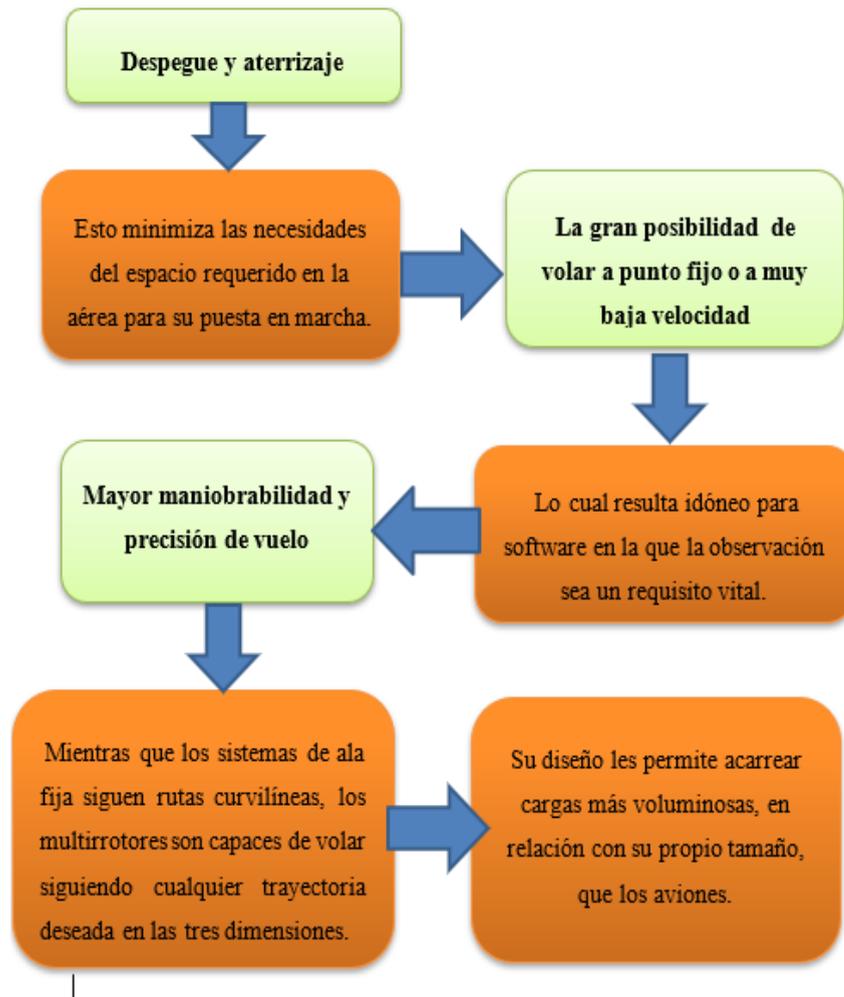


Gráfico No. 1 Ventajas de los Multirrotores
Elaborado por: Erick Leonardo Bautista López
Fuente: Datos de la investigación

Es ser justificable que los drones con multirrotores dominen el mercado ya que son mucho más potentes y tienen una gran estabilidad aerodinámica al tener este avance en cada hélice tienen un tiempo de vuelo más extenso a comparación de otros dispositivos que tienen una hélice fija, con esta nueva tecnología hace que los dispositivos seas más potentes.

Según Paredes Noguera, (2015):

Bien es previsible que, en el futuro, a medida que se desarrollen aplicaciones de ejecución más complejas, cubriendo mayores distancias y desarrolladas a mayor altura sobre el terreno, al igual que ocurre en el caso militar, los sistemas de ala fija aumentarán su peso (p.56).

Modo de pilotaje de una aeronave no tripulada

Los modos de pilotaje existentes en los drones dependen de los modelos y las marcas, esto inclusive permite establecer el precio de los mismos en el mercado ya que mientras más capacidades y características, el software que se emplea es mucho más complejo, es así que se tienen los siguientes modos de vuelo.

Modo Autónomo.

El plan vuelo debe ser previamente programado y con el dispositivo reconocer los puntos que fueron escogidos para su secuencia esto requiere de gran exactitud ya que el dispositivo hace lo que la programación dice y no reconoce obstáculos y podría estrellarse.

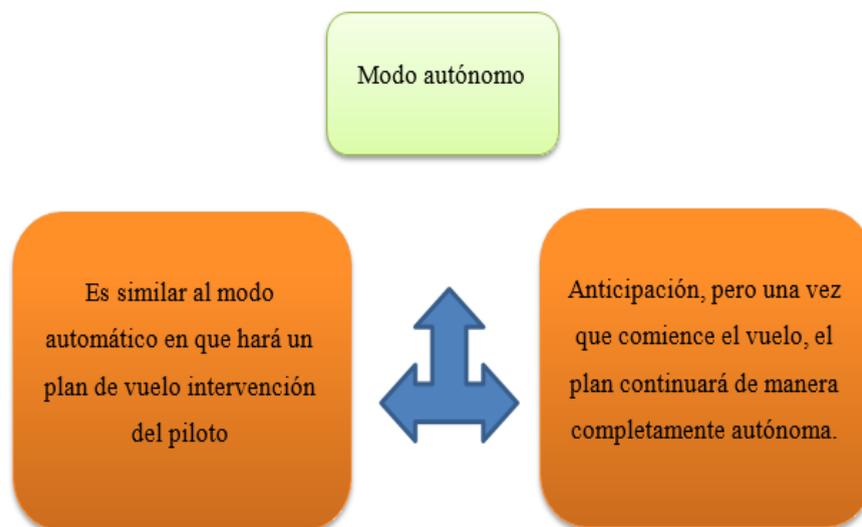


Gráfico No. 2 Modo Autónomo

Elaborado por: Erick Leonardo Bautista López

Fuente: Datos de la investigación

El modo automático.

Es muy utilizado al momento de una emergencia ya que el drone puede regresar a casa por así decir al punto de retorno del cual despegó, es muy usual cuando se pierde de vista al dispositivo y no se tiene una orientación de vuelo por lo que no es recomendable pilotarlo sin una previa programación del ambiente en que se va a sobrevolar.

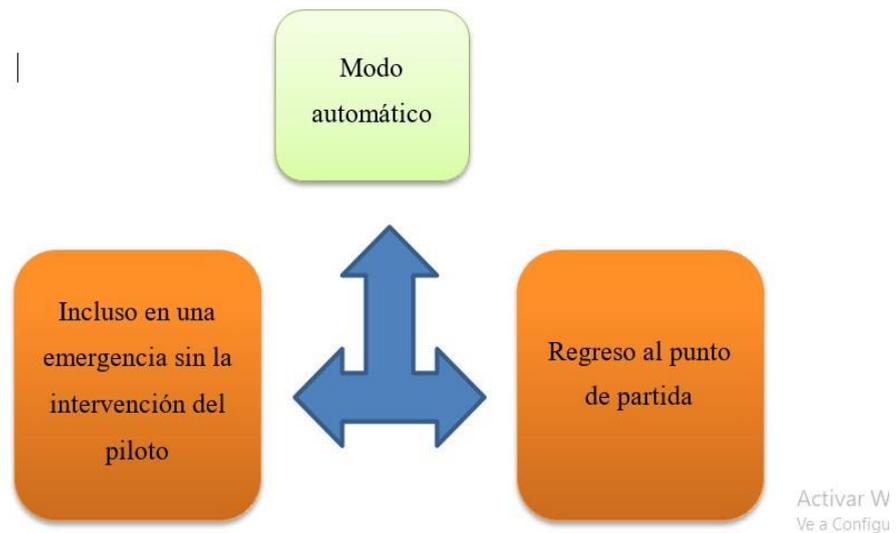


Gráfico No. 3 Modo Automático
Elaborado por: Erick Leonardo Bautista López
Fuente: Datos de la investigación

Modo manual.

Requieren que la aeronave esté dentro en la línea de visión del piloto, o al menos que transmita suficiente información para que el piloto tenga el conocimiento necesario de la situación para poder tomar una decisión. Por lo tanto, el uso de estos modos generalmente se limita a la línea de visión o al entorno de vuelo.

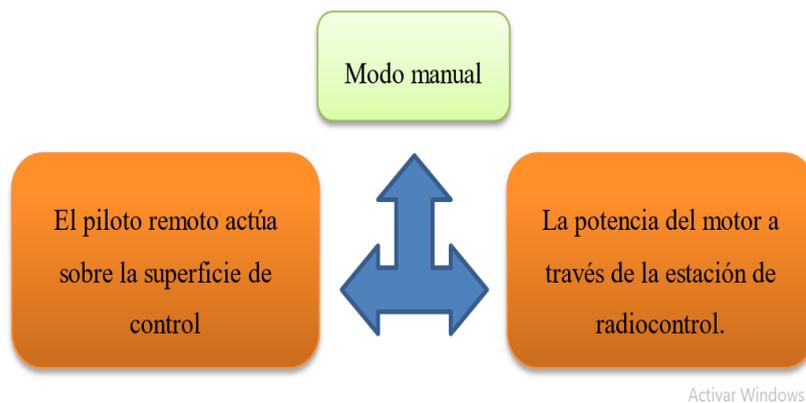


Gráfico No. 4 Modo Manual
Elaborado por: Erick Leonardo Bautista López
Fuente: Datos de la investigación

Modo Asistido.

El modo asistido es parecido al remoto solo que el piloto no interfiere en totalidad al momento del aterrizaje o despegue del dron, ya que puede hacerlo con la ayuda de la programación instalada y de su control remoto para un vuelo más estable.

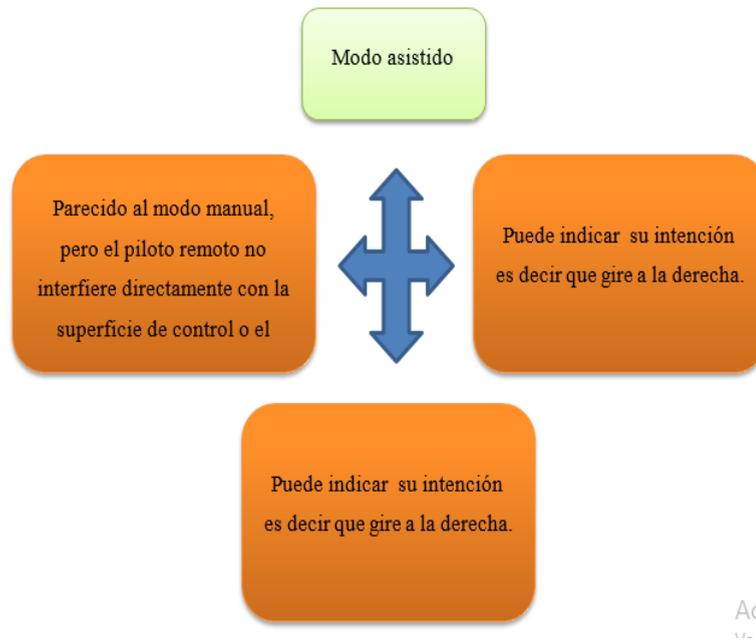


Gráfico No. 5 Modo Asistido

Elaborado por: Erick Leonardo Bautista López

Fuente: Datos de la investigación

Por otro lado Pérez Ramos (2016):

Transmite información suficiente para que el piloto posea el conocimiento necesario de la situación y del escenario como para poder tomar las decisiones adecuadas. Por ello, el uso de estos modos suele estar restringido a las circunstancias de vuelo en línea de vista visual (p.18).

Se tiene como primer lugar el hecho de que el modo manual se suele utilizar en aviones de ala fija. Los aviones de ala giratoria, especialmente los de múltiples rotores, suelen utilizar el modo de asistencia porque es difícil coordinar todas las acciones para mantener el avión estable y realizar las maniobras necesarias. En

ambos casos, el piloto necesita habilidades considerables para controlar la aeronave desde tierra.

Por tanto, existe una tendencia a utilizar exclusivamente en modo automático o al menos en modo asistido, en este modo el piloto recibirá imágenes tomadas por la cámara delantera llamada vista en primera persona o FPV para que se haya comenzado. Este modo también es muy adecuado para vuelos con línea de visión para tareas rutinarias. La principal ventaja que ofrece el modo automático es que se pueden utilizar pilotos bien entrenados, lo que reduce los costos operativos.

Según Paredes & Noguera (2015):

Una vez iniciado el vuelo la aeronave ejecuta el plan de forma totalmente autónoma, sin requerir la intervención del piloto incluso en caso de producirse situaciones de emergencia. En el futuro es posible que incluso se elimine la necesidad de introducir plan de vuelo alguno, sino que la aeronave simplemente realice la misión completa, como puede ser seguir una infraestructura lineal mediante reconocimiento óptico (p.54).

Un drone automatizado tiene la ventaja de realizar una secuencia de vuelos por un determinado tiempo sin que el piloto lo esté manejando en todo el transcurso de vuelo todo esto puede realizar gracias a la programación insertada en el sistema operativo del dispositivo. Permite el ahorro de energía del mando y a su vez con la programación puede regresar al punto de partida cuando la batería empieza a desgastarse, esto para evitar daños.



Imagen No. 4 Drone

Elaborado por: Puerta (2015)

Fuente: Datos de la investigación



Imagen No. 6 Drone ala fija
Elaborado por: Puerta (2015)
Fuente: Datos de la investigación

Tipos de drones según el medio por el que se mueven.

Los diferentes tipos de dispositivos pueden estar en varios ambientes tanto como en el área terrestre o marítima esto quiere decir que los denominados drones pueden moverse en varios ambientes, dependiendo como fueron diseñados y para que lugares están aptos su correcto funcionamiento.

Aéreos.

Los denominados drones son vehículos sin tripulación a lo largo de esta investigación se detalla que estos dispositivos son controlados de manera remota. Lo más común que se ve son los multirrotores en cada hélice, los cuales se puede identificar de mejor manera en los helicópteros o aviones en conclusión cualquier artefacto aéreo que este monitoreado previamente y que se muevan en el aire gracias a los motores que existen son aéreos.



Imagen No. 7 Drone Aéreo
Elaborado por: Puerta (2015)
Fuente: Datos de la investigación

Marítimos.

Se pueden identificar drones con habilidades de moverse dentro del agua, es decir algunos pueden estar sumergidos en lugares profundos y otros en la superficie. En el caso de los que van sumergidos deben ir guiados por un cable directamente al mando del piloto para que se muevan de manera autónoma.

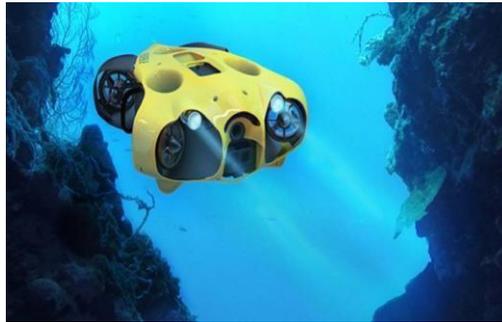


Imagen No. 8 Drone Marítimo
Elaborado por: Puerta (2015)
Fuente: Datos de la investigación

Terrestres.

La tecnología de los drones ha ido evolucionando enormemente en los últimos años por lo cual varios de estos dispositivos tienen un método de control diferente tales como los terrestres los cuales entran a terrenos difíciles de explorar al tener una características que ayudan a su localización como el GPS facilitan el trabajo que puedan realizar.



Imagen No. 9 Drone Terrestre
Elaborado por: Puerta (2015)
Fuente: Datos de la investigación

Partes del dron.

Para un pilotaje autónomo o conducido es necesario conocer de que están hechos los dispositivos a pilotar para cualquier tipo de mantenimiento que se desee realizar en el dron tanto en el área de software o hardware, es importante saber la mecánica y funcionamiento de cada parte, ya que esto ayuda a estar siempre preparado para cualquier eventualidad que pueda surgir durante el vuelo.

Rodriguez (2015):

Los drones se pueden clasificar según múltiples criterios, en este caso detendrán cuenta tres: según uso (distinguiendo especialmente entre militares y civiles), según sus capacidades de vuelo (en términos de altura máxima y autonomía de vuelo), y por último, según su forma y sistema de sustentación principal (p.13).

Al saber que los drones tienen diferentes estructuras y materiales ayuda a ser clasificados, por otro lado según Camacho, (2016) “la estabilidad de un dron multirrotor se consigue gracias a un sistema tecnológico dividido en diferentes elementos dependen de su aplicación final pero existe un conjunto mínimo en común que todo dron necesita para su correcto funcionamiento” (p.10). No todos pueden ser utilizados con la misma altura o potencia, esto ayuda a monitorear el ambiente en donde se lo quiera utilizar porque puede tener un chasis o motores débiles que dificulten su completo desarrollo, no podrá apartarse mucho del mando y así sobre guardar la integridad del dispositivo.

Chasis.

La parte a la cual se adhieren todos los accesorios se lo puede denominar como un esqueleto, es así que es la estructura central del dron, la cual determina el tamaño del mismo desde hace años este ha sido fabricado aleaciones ligeras de aluminio, magnesio o titanio para que no sea tan pesado y pueda tener una mejor altura de vuelo y aumentar la resistencia con el tiempo han aparecido la fibra de vidrio o el plástico al ser estos últimos los utilizados en dispositivos de baja calidad.

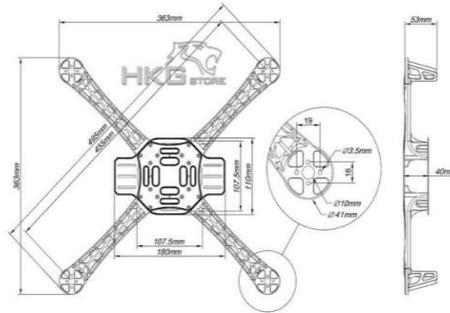


Imagen No. 10 Chasis de un Drone
Elaborado por: J. Zapata & Arbeláez (2016)
Fuente: Datos de la investigación

Controladores de Velocidad.

El controlador de velocidad no es más que un circuito eléctrico el cual está a cargo de la disminuir o impulsar la velocidad, al torque que posee el motor en las hélices esto lo hace a través de regulación de voltajes y corrientes. El controlador obedece a una tarjeta madre la cual manda todos los comandos que sean necesarios para su correcto funcionamiento.



Imagen No. 11 Controladores de Velocidad
Elaborado por: J. Zapata & Arbeláez (2016)
Fuente: Datos de la investigación

Motor.

Se puede decir que los motores son los que mantienen al drone a salvo ya que lo tienen en el aire girando con las hélices lo más actual en drones son los motores eléctricos al tener una bobina para que pueda circular la corriente eléctrica.

Pueden ser trifásicos, son mucho más costosos y de mejor calidad, mucho más potentes con lo que consiguen una durabilidad a la batería y tiene mayor rango de velocidad de giro poseen una menor interferencia en el vuelo con el electromagnetismo. El bifásico tiene menor costo este funciona con campo magnético son mucho más pesados por tener el bobinado se recalienta muy rápido.



Imagen No. 12 Motor

Elaborado por: J. Zapata & Arbeláez (2016)

Fuente: Datos de la investigación

Hélices. Son las encargadas de elevar a todo el dron por los aires, estas dan giros de 360° a grandes velocidades por la potencia que emiten los motores. Pueden ser de dos o de tres espas, aunque las de dos espas son las más utilizadas a pesar que las de tres tienen una mejor estabilidad, pero consumen un alto porcentaje de energía, con una mayor longitud de la hélice es mejor el empuje están hechas por su mayoría de fibra de carbono o plástico. Siendo un material muy fuerte y no tan pesado ayuda a que el al dron a ser más ligero y sobre todo fuertes al momento de realizar el despegue.



Imagen No. 13 Hélices

Elaborado por: J. Zapata & Arbeláez (2016)

Fuente: Datos de la investigación

Batería. Cuando se empieza a identificar las partes del dron se ven los diferentes tipos de baterías que existen Li-Po: polímero de litio, una de las más modernas utilizadas. Precisan una carga más lenta que las antiguas de Ni-Cd o Ni-MH, pero se pueden fabricar en más formas que las de Ion-Litio por lo que se optimiza el espacio del fuselaje dedicado a las baterías. Estas no tienen efecto memoria, y son inflamables.



Imagen No. 14 Batería
Elaborado por: J. Zapata & Arbeláez (2016)
Fuente: Datos de la investigación

Placa controladora de vuelo. Esto es el cerebro del dron aquí guarda toda la programación de lo que tiene que hacer o no, esta placa tiene la función de localizar por GPS donde está situado a que altura y a qué velocidad es decir todo lo que hace el dron está netamente procesado por este dispositivo. Es básicamente el cerebro del dron ya que puede hacer que se mantenga en el aire o regresar a tierra están adheridos varios accesorios como son sensores Flex de datos pines y batería sin la placa solo tendríamos un plástico con motores.



Imagen No. 15 Placa
Elaborado por: J. Zapata & Arbeláez (2016)
Fuente: Datos de la investigación

Gimbal.

El gimbal es el que controla con una pequeña placa varios sensores los cuales se encargan de tener estabilizada a la cámara o algún dispositivo móvil, no importa en qué posición el drone se encuentre ya que el gimbal permite que este siempre estable, mínimo para que un gimbal funcione se necesita de 3 ejes aunque la mayoría ocupa 4.



Imagen No. 16 Gimbal

Elaborado por: J. Zapata & Arbeláez (2016)

Fuente: Datos de la investigación

Control.

El drone está controlado remotamente por un mando que tiene comunicación con la placa estas se deben sintonizar con los canales de frecuencia haciendo el papel de emisor para que la placa madre lo reconozca y ordene al drone a realizar cualquier actividad estos son como despegue del drone o aterrizaje ya que es cuando más hacen comunicación el control y la placa.



Imagen No. 17 Control Remoto

Elaborado por: J. Zapata & Arbeláez (2016)

Fuente: Datos de la investigación

Cámara.

Varios drones ya llevan incluida la cámara y algunos permiten instalarla esta cámara ofrece la posibilidad de visualizar lugares muy difíciles de llegar sin la cámara solo sería un juguete ya que es mediante este medio podemos incluir al dispositivo en varias áreas en mucho de los casas estas cámara tienen sensores los cuales no permiten el estrellamiento es muy útil en la actualidad.



Imagen No. 18 Cámara

Elaborado por: J. Zapata & Arbeláez (2016)

Fuente: Datos de la investigación

Historia del Drone

La historia del drone se traslada hacia el siglo anterior teniendo en cuenta que primero se desarrolló el vehículo aéreo no tripulado para diversas pruebas y con ello diseñar una aeronave tripulada por ello según AGUILERA, (2019):

El primer drone o quad copter fue creado en el año 1907 por los hermanos inventores Jacques y Louis Breguét. Aunque era algo novedoso y emocionante, era una tecnología con grandes limitaciones tales como que se requería de cuatro hombres para estabilizarlo y en su primer vuelo solo se elevó dos pies del suelo (p.54).

La palabra UAV comenzó a ser frecuente en la década de 1990 para representar aeronaves robóticas y así reemplazar el término vehículo aéreo pilotado a distancia. Los UAV y los RPV son solo dos nombres de varios aviones robóticos no tripulados. Un UAV es un avión propulsado que no tiene un operador humano a

Bordo, que utiliza fuerzas aerodinámicas para levantar el vehículo, que puede volar de forma autónoma o ser monitoreado de forma remota.

La aviación no tripulada cubre una amplia variedad de aeronaves, el origen de estos vehículos aéreos no tripulados está en la creación de torpedos aéreos que luego evolucionaron a través de bombas dirigidas a un objetivo determinado, fueron controlados por radio frecuencias con reconocimiento aplicados a varias guerras.

Tabla No. 2 Aeronaves piloteadas

Cantidad	Tipo	Descripción
1	Planeador	Ya que no utilizan plantas propulsoras en sus vuelos.
2	Globo	No son utilizados por fuerzas aerodinámicas, sino por fuerzas de flotabilidad
3	Misiles	Estos son los de crucero y proyectiles de artillería.

Elaborado por: Erick Bautista López

Fuente: Datos de la investigación

Los vehículos aéreos no tripulados tuvieron sus inicios con globos dirigibles siendo estos los primeros dispositivos aéreos no tripulados con el paso de los años ya tras varios intentos de crear aviones tripulados durante la primera mitad del siglo XIX aparecen los vehículos aéreos no tripulados. Estos modelos sirvieron para diversas pruebas tecnológicas para el posterior desarrollo de aviones mucho más grandes con piloto a bordo, con los que estos son los impulsores de la aviación tripulada.

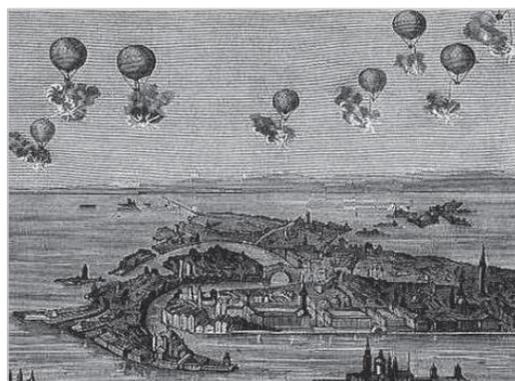


Imagen No. 19 Desarrollo del drone

Elaborado por: Antonio & Vincent, (2017)

Fuente: Datos de la investigación

En un sistema de aeronave el piloto realiza un vuelo a distancia con lo que quiere decir que la aeronave está siendo monitoreada visualmente desde algún punto o torre de control tiene las siglas en inglés (RPA) que al español significa sistema de aeronave a distancia este tiene la ventaja que cualquier maniobra de la aeronave es en tiempo real y con un piloto estático.

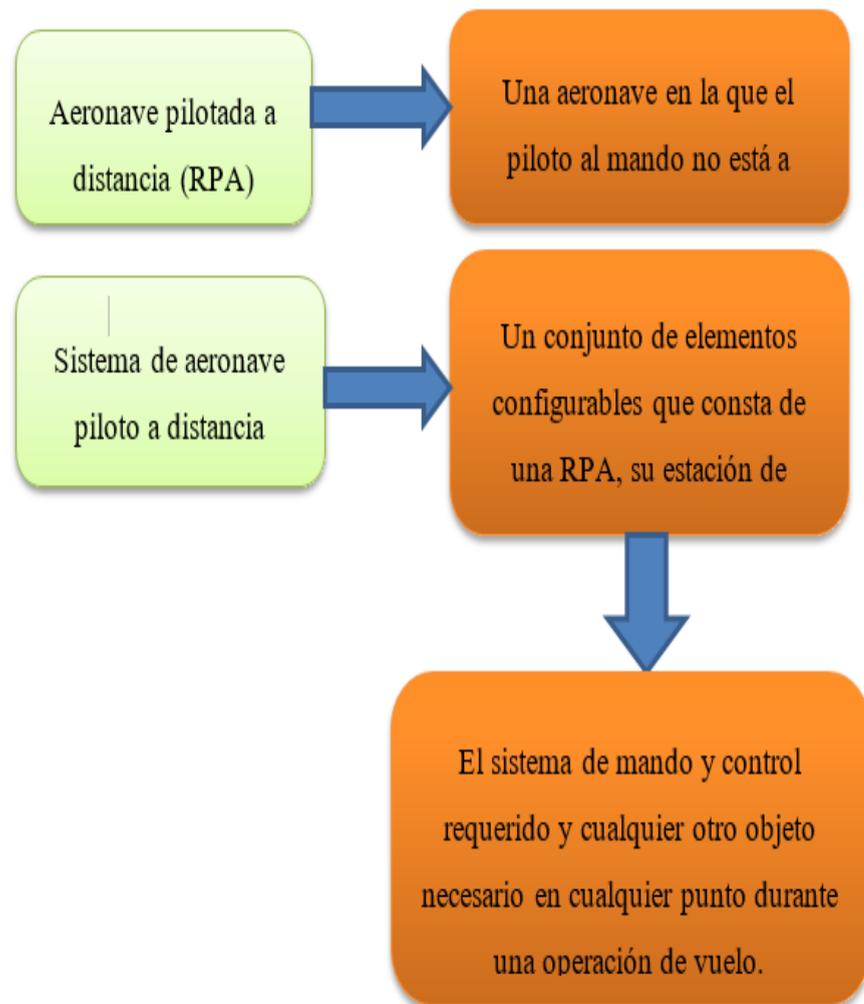


Gráfico No. 6 Aeronave Pilotada a Distancia
Elaborado por: Erick Leonardo Bautista López
Fuente: Datos de la investigación

Los drones o los sistemas aéreos no tripulados (UAS) son vehículos aéreos no tripulados controlados de forma autónoma, o también pueden controlarse de forma remota según las necesidades del usuario. Su peso suele ser muy ligero,

Dependiendo de su tamaño. Les ayuda a permanecer en el espacio, lo que va en contra de las leyes de la gravedad conocidas comúnmente.

En el viejo continente fueron los principales diseñadores de objetos aéreos dando paso a la aeronáutica. Su limitación tecnológica, al no contar con un motor con suficiente potencia, pero con ligero peso, impedía que sus proyectos pudieran quedarse en el aire siendo este los fracasos principales empezaron a modificar su tamaño para que el peso sea mínimo y pueda tomar altura.



Imagen No. 20 Bomba GB-1 Glide
Elaborado por: Paredes & Noguera (2015)
Fuente: Datos de la investigación

En el transcurso de la primera guerra mundial la aviación estaba estancada al no tener una tecnología apropiada y con ello problemas de estabilización automática, control autónomo y navegación autónoma se vieron afectados. Por otro lado según Mora, (1980):

Fue Elmer Sperry el primer en resolver algunos inconvenientes en una aeronave no tripulada. Elmer Sperry creó una aleta estabilizadora para un avión en 1909, que tenía un rendimiento mediocre y era demasiado pesado. Ayudado por Glenn Hammond Curtiss optimizó su invento, que ahora era más pequeño y permitía controlar el avión en los tres ejes (p.24).

Después de algunos intentos con resultados fallidos se elevó el torpedo de Sperry casi recorrió un kilómetro en el año de 1918 siendo este el primer vuelo de

una aeronave no tripulada la manera de vuelo era demasiado antigua pero ingenioso para la época. Para que todo esto fuera posible se realizar cálculos para ser el lugar de aterrizaje para que después sean utilizados como misiles utilizados para hacer daño a la humanidad y no algún aporte a la misma.

Paredes & Noguera (2015):

Durante la década de 1910 se reavivó el interés en Gran Bretaña sobre los sistemas no tripulados, especialmente por parte de la royal navy. Así se desarrolló un avión capaz de llegar, a una distancia de 880 km que hizo su primer vuelo en 1918 llevaba un motor (p.19).

Tabla No. 3 Primeros vuelos registrados

PAIS	PLANEADOR NO TRIPULADO	PLANEADOR TRIPULADO	AVION NO TRIPULADO	AVION TRIPULADO
Inglaterra	Cayley,1809	Cayley,1849	Cody, 1907	Cody, 1908
Francia		Ferber,1901	Du temple,1857	Du mont,1906
Alemania		Lilienthal,1891		
Japón		Aibara, 1909	Ninomiya,1891	Nagara,1911
Rusia				Rossinsky,1910
Estados unidos		Chanute, 1896	Langley,1896	Hnos,Wright,1903

Elaborado por: Erick Leonardo Bautista López

Fuente: Datos de la investigación

Durante la Segunda Guerra Mundial varios pelotones ejecutaron bombardeos con misiles no tripulados los cuales se denominaban Falconer, éstos tenían integrado un sistema de radiocontrol el cual era el más moderno de la época siendo así el arma más letal en los años de 1940 a 1945. La efectividad de esta arma era impresionante ya que se autodestruye al llegar a tierra.

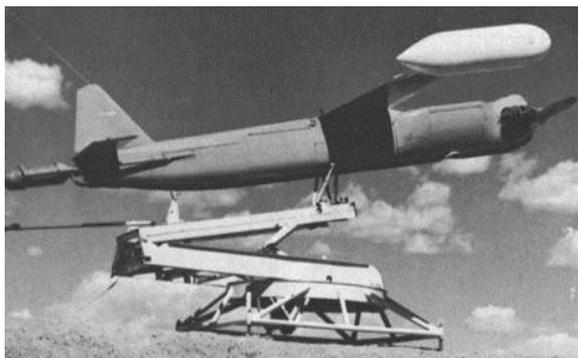


Imagen No. 21 Northrop Falconer
Elaborado por: Charfen (2015)
Fuente: Datos de la investigación

En el año de 1990 los aviones militares insertaron una propulsión como un chorro en los motores logrando unos vuelos más rápidos y difíciles de detectar por los radares de la época servía para cuidar la frontera entre países cabe recalcar que este sistema no puede ser utilizado en aviones tripulados porque esa propulsión es para las aeronaves militares.

En los años 2000 aumenta el uso de drones esta vez con fines positivos para la humanidad y ya no como un ataque hacia el ser humano en estos años ya se los podía identificar como drones los cuales dan en tiempo real video o imágenes. También son insertados en el campo agrícola expandiendo cualquier tipo de sustancia sobre extensas áreas para su control de sanidad.

Según Paredes & Noguera (2015) :

Este sistema ha sido muy usado para la siembra de campos de arroz y la fumigación, y ha sido un éxito no sólo por su eficacia en su misión sino también por la colaboración con las autoridades reguladoras, las cuales han facilitado su puesta en operación. Aproximadamente se han llegado a fabricar unos 1.500 sistemas hasta la fecha (p.28).

La comercialización en el mercado de la robótica también está creciendo de una manera abrumadora debido a este avance tecnológico e innovador al ser unas de las primeras tendencias con microprocesadores cada vez más baratos y con muchas más aplicaciones, como mantenerse suspendido en el aire todo el vuelo si

el piloto lo requiere así para que el dispositivo pueda procesar funciones previamente programadas para que estimulen su utilización a nivel mundial.

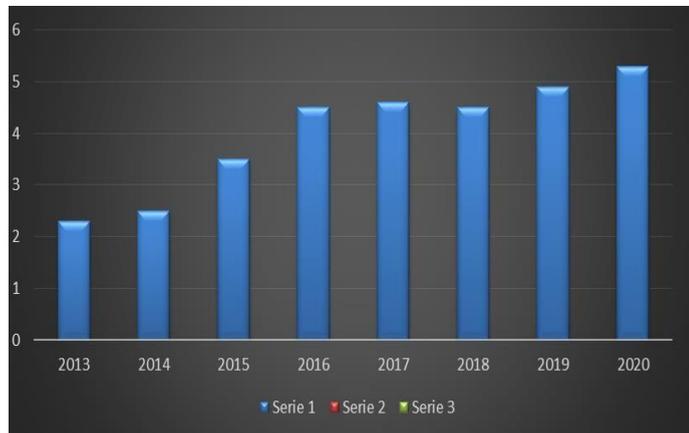


Gráfico No. 7 Aeronave Piloteada a Distancia
Elaborado por: Erick Leonardo Bautista López
Fuente: Datos de la investigación

Programación

La programación es la función de diseño cibernético, para organizar diferentes tipos de secuencia y acciones que deben ser realizadas por un ordenador o dispositivo. La palabra programación es contextualizada en muchos casos como, por ejemplo. Está programado salir a jugar el domingo, se está utilizando la palabra programar, pero no tiene nada que ver con la investigación aplicada que hablo en el presente proyecto.

Según Zapata (2006):

Un programa para computadora es un conjunto de instrucciones que le indican al hardware que tipo de acciones debe efectuar con los datos. La programación es la acción de codificar o escribir esas instrucciones sobre un entorno llamado lenguaje de programación, para generar aplicaciones software o simplemente programas. Existen lenguajes de programación para casi todas las necesidades, desde aplicaciones para manejar directamente un circuito electrónico, sistemas de nómina, hasta software para registrarse y realizar compras por Internet (p.26).

El lenguaje de programación es un canal digital automatizado para interactuar entre hombre y máquina esto facilita y minimiza el actuar del hombre en diferentes tipos de acciones. También hay la posibilidad de programar el comportamiento físico y lógico de una máquina u ordenador para expresar algoritmos con mucha precisión.

Lo cual está formado de símbolos, reglas e instrucciones llamados algoritmos los cuales son fundamentales para la creación de cualquier lenguaje de programación. Según Zapata (2006), “un lenguaje de programación es el entorno donde se escribe una serie de instrucciones para que el hardware del ordenador efectúe cualquier operación” (p.27).

El algoritmo en informática, son instrucciones secuenciales que llevan a cabo procesos y acciones a desarrollarse para que satisfaga la necesidad del programador, en otras palabras son diversos pasos finitos que permitirán tomar decisiones y resolver problemas en el menor tiempo posible, cabe recalcar que el algoritmo no tiene nada que ver con el lenguaje de programación ya que un mismo algoritmo puede estar en diversos lenguajes de programación entonces el algoritmo es una organización previa a la programación.

Según Barchini (2003), “un algoritmo es un conjunto de instrucciones perfectamente expresadas de tal modo que pueden ser ejecutadas por una máquina o persona, sin apelar a conocimientos adicionales de los que requieren las instrucciones, ni al sentido común” (p.4).

Tipos de lenguajes de programación

Un lenguaje de programación es un conjunto de instrucciones para que los humanos interactúen con las computadoras o cualquier dispositivo electrónico. Los lenguajes de programación nos permiten comunicarnos con las computadoras a través de algoritmos e instrucciones previamente procesadas estos algoritmos e instrucciones están escritos en una gramática que la computadora puede comprender e interpretar en lenguaje máquina a continuación específico tipos de lenguajes de programación.

Tabla No. 4 Tipos de lenguajes de programación.

Cantidad	Tipos	Descripción
1	El lenguaje Máquina	Es un lenguaje de programación que Las máquinas, Computadoras entienden directamente. Este lenguaje de programación utiliza letras binarias, a saber, 0 y 1.
2	Lenguajes de programación de bajo nivel.	Son más fáciles de usar que el lenguaje de máquina, pero dependen en gran medida de la máquina o computadora, al igual que el lenguaje de máquina
3	Lenguajes de programación de alto nivel	Los lenguajes de programación de alto nivel son más fáciles de aprender porque se usan palabras o comandos del lenguaje natural, generalmente del inglés.

Elaborado por: Erick Leonardo Bautista López

Fuente: Datos de la investigación

Según ALCAZAR (2014):

Java fue presentado en la segunda mitad del año 1995 y desde entonces se ha convertido en un lenguaje de programación muy popular. Java es un lenguaje muy valorado porque los programas Java se pueden ejecutar en diversas plataformas con sistemas operativos como Windows, Mac OS, Linux o Solaris (p.2).

JavaScript es un lenguaje de programación que se puede utilizar para crear programas integrados en páginas web o aplicaciones grandes, también podemos usarlo para crear efectos y realizar operaciones interactivas este es uno de los lenguajes de programación de alto nivel que varias personas tienen curiosidad en aprender porque la mayoría de sistemas u aplicaciones tienen como fondo este lenguaje de programación.

Algunos ejemplos de este lenguaje son el chat, las calculadoras, los motores de búsqueda de información y muchas otras utilidades que para los usuarios son tan comunes pero para que cualquier acción que realizamos en nuestros ordenadores y

dispositivos móviles tienen por defecto un lenguaje de programación según Pérez (2009), “JavaScript es un lenguaje de programación que se utiliza principalmente para crear páginas web dinámicas.” (p.2).

El lenguaje de programación C fue creado entre 1969 y 1972 en los Laboratorios Bell, es uno de los más utilizados en el mundo ya que este lenguaje es uno de los principales en aprender para que con el tiempo se pueda comprender otros lenguajes de alto nivel, lo utilizan la mayoría de los sistemas operativos lo cual hace que sea un lenguaje muy flexible

Según Miranda, (2005):

C es un lenguaje de propósito general que permite controlar con gran precisión los factores que influyen en la eficiencia de los programas. Pero esta capacidad de control fino que ofrece C tiene un precio: la escritura de programas puede ser mucho más costosa, pues hemos de estar pendientes de numerosos detalles (p.16).

El lenguaje de programación C ++ está orientado a objetos y es una evolución del lenguaje C, que es un lenguaje ampliamente utilizado para desarrollar programas y paquetes como los paquetes de Adobe. Según Radial (2001), “en la actualidad, C++ es un lenguaje versátil, potente y general, su éxito entre los programadores le ha llevado a ocupar el primer puesto como herramienta de desarrollo de aplicaciones” (p.3).

Software

Se puede decir que el software es un sistema informático, a diferencia de los componentes físicos llamados hardware, contiene todos los componentes lógicos necesarios que pueden realizar tareas específicas. La interacción entre software y hardware permite que las computadoras u otros dispositivos se ejecuten, es decir, el software envía instrucciones para que las ejecute el hardware y así se puedan realizar las operaciones de manera muy rápida y precisa. Para tener una idea más clara el software es la parte interna de todo lo que debe realizar cualquier

dispositivo electrónico, por lo tanto no todos los software son iguales unos pueden ser mejor desarrollados que otros al momento de ejecutar acciones.

Según Zapata, (2006):

El software como se mencionó antes es la parte lógica de un sistema de cómputo, que no es tangible pero se hace visible cuando se saca algún provecho a un ordenador. El software abarca todo tipo aplicaciones (aplicaciones o también denominados programas) que sirven para controlar, manipular, capturar datos, que luego son mostrados como información. (p.15).

Una infinidad de componentes lógicos incluyen especialmente aplicaciones informáticas, como procesadores de texto, que permiten a los usuarios realizar todas las tareas relacionadas con la edición de texto, el llamado software de sistema, como los operativos, que básicamente hacen que otros programas se ejecuten normalmente facilitando las acciones físicas del dispositivo. Para una mejor interacción entre el usuario y máquina con lo cual cualquier dispositivo electrónico posee diferentes tipos de software.

Hardware

Según Zapata, (2006):

Generalmente estos componentes se encuentran ubicados fuera de la torre del computador y permiten ingresar datos para ser procesados por la CPU. Entre estos se encuentran: el mouse, teclado, lápiz óptico, tablas digitalizadoras, control de juegos o joystick, pantallas sensibles al tacto que permiten el usuario señalar acciones como emplean algunos cajeros electrónicos, cámaras, scanner, micrófonos, entre otros (p.19).

El hardware es la parte física de una computadora o algún tipo de dispositivo que contenga un sistema informático, está compuesto por componentes eléctricos, electrónicos, electromecánicos y mecánicos, como cables y circuitos de iluminación, placas, memoria, discos duros, periféricos y cualquier otro material

físico que haga que el dispositivo funcione correctamente. El hardware proviene del inglés y significa partes duras, en el español no existe ninguna traducción el cual se usa para referirse a componentes de un equipo computarizado.

Tabla No. 5 Software y Hardware de un ordenador

Software	Hardware
Sistema operativo	Pantalla
Programas	Teclado
Instaladores	Mouse

Elaborado por: Erick Leonardo Bautista López

Fuente: Datos de la investigación

Para tener una idea clara de que parte es el software y hardware en un vehículo inteligente aéreo no tripulado la presente tabla define y determina cada parte del dron, siendo algo importante de diferenciar si el dispositivo va hacer piloteado a muy altas velocidades y miles de metros de altura, esto ayuda para que el piloto esté capacitado.

Tabla No. 6 Software y Hardware de un Dron.

Software	Hardware
Propulsores	GPS
Motores	Diseño de vuelo
Hélices	Wifi
Gimbal	Programación de vuelo
Control	

Elaborado por: Erick Leonardo Bautista López

Fuente: Datos de la investigación

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA – DESARROLLO

En el desarrollo del siguiente proyecto se hace uso de una investigación aplicada, según Vargas & Zoila (2009), “la investigación aplicada o directa, que se caracteriza porque busca la aplicación o utilización de los conocimientos adquiridos, a la vez que se adquieren otros, después de implementar y sistematizar la práctica basada en investigación”(p.6). Entonces queda demostrada investigación aplicada busca la generar de conocimiento con aplicación directa a problemas del sector productivo. Esta se basa fundamentalmente en investigaciones tecnológicas.

Reconocimiento de las partes del drone.

Para el pilotaje autónomo del drone se tiene como prioridad el reconocimiento de cada una de las partes del dispositivo esto para saber en qué lugar debe ser insertada las hélices, batería e identificar la parte más delicada la cual es el gimbal. El control debe estar con suficiente carga, así como la batería para evitar cualquier aterrizaje forzoso.



Imagen No. 22 Partes del drone

Elaborado por: Erick Leonardo Bautista López

Fuente: Datos de la investigación

Antes de volarlo se debe elegir un lugar apto para su vuelo ya que el drone no puede ser sobrevolado en lugares gubernamentales, aeropuertos o cerca de entidades bancarias son las políticas que tienen cada una y es muy lógico para evitar cualquier tipo de percance con los usuarios en especial con el aeropuerto ya que el drone puede causar accidentes fatales si llegara a entrar en alguna turbina de aeronaves tripuladas.

Al momento previo a su pilotaje deben ser extraídos los protectores tanto de la cámara como del gimbal esto es muy importante y primordial que la mayoría de los usuarios olvidan, se retira los protectores porque al momento del encendido el gimbal empieza a dar giros de 360° para reconocer en qué posición se encuentra el drone.



Imagen No. 23 Protectores

Elaborado por: Erick Leonardo Bautista López

Fuente: Datos de la investigación

Con los protectores fuera el siguiente paso es la instalación de las hélices en el drone, esto tiene mucha precisión porque los cuatro multirrotores no giran al mismo sentido, se los diferencia por el color los cuales son negros y grises. Los negros se los ajusta en el multirroto que coincida con el color de la hélice el cual debe ser obviamente el negro, solo con la mano y de forma anti horaria. Después que termine el vuelo para quitar las hélices se las afloja de forma horaria.



Imagen No. 24 Hélices negras
Elaborado por: Erick Leonardo Bautista López
Fuente: Datos de la investigación

Con las hélices negras sujetas da paso para la instalación de las hélices grises estas a contrario de las negras la forma de ajustarlas es de manera horaria en los dos multirrotores sobrantes, su posterior desarme debe ser de manera anti horaria se los ajusta con normalidad y sin hacer mucha presión ya que con el vuelo las hélices tienden a ajustarse un poco más por su fricción.



Imagen No. 25 Hélices grises
Elaborado por: Erick Leonardo Bautista López
Fuente: Datos de la investigación

La comprobación de la batería del drone sería lo consecuente a realizar, ya que es vital que este al máximo de su capacidad para identificar el porcentaje de la batería solo se presiona un botón que está en ella al hacer eso, empiezan a titilar cuatro luces led de color verde indicando su carga. De izquierda a derecha con ello se podrá identificar en que porcentaje esta antes del encendido del drone.



Imagen No. 26 Batería

Elaborado por: Erick Leonardo Bautista López

Fuente: Datos de la investigación

El siguiente paso es identificar cada parte del control remoto y que hace cada una de estas, este permite un alcance de vuelo de 6000m a nivel del mar, el control remoto lleva incorporado una batería de litio recargable que dura unas 3 horas aproximadamente también es compatible con la red wifi que cuando hace una conexión con el dispositivo móvil permite la transmisión de video en alta definición y en directo con una previa programación y la ayuda de un software descargable.

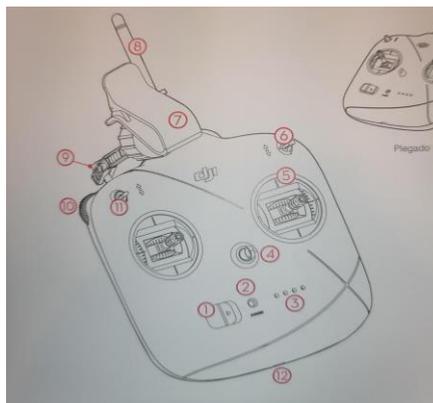


Imagen No. 27 Control remoto

Elaborado por: Erick Leonardo Bautista López

Fuente: Datos de la investigación

Análisis del control remoto

El análisis del control se lo aprecia en la tabla tomando como referencia el grafico anterior el cual empieza a determinar las partes del control desde el número 1 hasta el número 12, para saber qué hace cada uno de los pulsadores.

Tabla No. 7 Partes del control remoto

Numero	Nombre de la parte del control	Que hace esta parte del control
1	Interruptor	El interruptor hace que prenda o apague el control remoto
2	D de estado	Se puede identificar si el drone está encendido o apagado
3	Indicadores LED de estado de batería	Los indicadores led sirven para ver si la batería tiene carga o no
4	Enganche de correa	Puede colocarse una correa al cuello del piloto para una protección del control
5	Palancas de control	Son las que permiten el pilotaje del drone pueden hacer que este vaya a cualquier parte tanto como la altura o de izquierda a derecha
6	Interruptor S1	El interruptor permite en qué modo de vuelo queramos si principiante o profesional también hace que el vuelo pueda ser autónomo
7	Soporte de dispositivo Móvil	Es para colocar el móvil y visualizar la cámara
8	Antena	Hace la conexión entre el control y el drone
9	Asa	Es el regulador de soporte del móvil
10	Selector de Gimbal	Hace que el gimbal pueda moverse a varias direcciones durante el vuelo
11	Interruptor S2	Al accionar este interruptor dos veces hace que el drone retorne al punto de partida
12	Puerto micro usb	Es para cargar el control del drone

Elaborado por: Erick Leonardo Bautista López

Fuente: Datos de la investigación

Procedimiento de programación

Para la programación se requiere de la aplicación que es compatible con el dron la cual es DJI GO la cual se la puede adquirir en las plataformas móviles como son Play Store en Android o Apps Store en iPhone la programación es diseñar un modo de vuelo tanto autónomo o manual a continuación se identificara que hace cada uno de los iconos del software para su previo pilotaje.



Imagen No. 28 Aplicación DJI
Elaborado por: Erick Leonardo Bautista López
Fuente: Datos de la investigación

Una vez descargada la aplicación el siguiente paso es hacer una autenticación del dron con la aplicación esto se lo realiza mediante la red wifi ya que el dispositivo emite una, y puede hacer comunicación entre el dron a pilotear y el móvil una vez hecho eso se presiona donde dice cámara y automáticamente

hacen conexión una prueba muy rápida y fácil para saber que están emparejados es que la imagen en el móvil debe ser la que está enfocando la cámara del drone.



Imagen No. 29 Comunicación del drone
Elaborado por: Erick Leonardo Bautista López
Fuente: Datos de la investigación

Al tener al software autenticado con el drone se procede a identificar que hace la aplicación y cómo es posible programar cualquier tipo de vuelo tanto de forma autónoma o pilotada teniendo como primer icono el P-GPS el cual indica el modo de vuelo en el que se encuentra el drone.

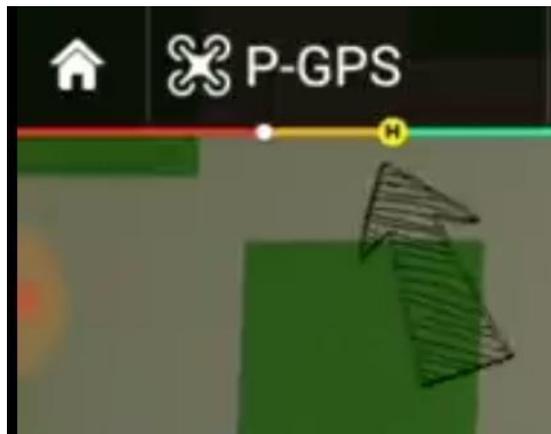


Imagen No. 30 P-GPS
Elaborado por: Erick Leonardo Bautista López
Fuente: Datos de la investigación

Una vez en la opción P-GPS la cual sirve como controlador de vuelo se identifica el retorno a casa con su respectiva altitud la cual por defecto viene a 30

metros de altura aquí es donde se puede hacer los cambios en los diferentes modos de vuelo que tienen el Phnom 3 y así poder realizar la posterior programación de vuelo.

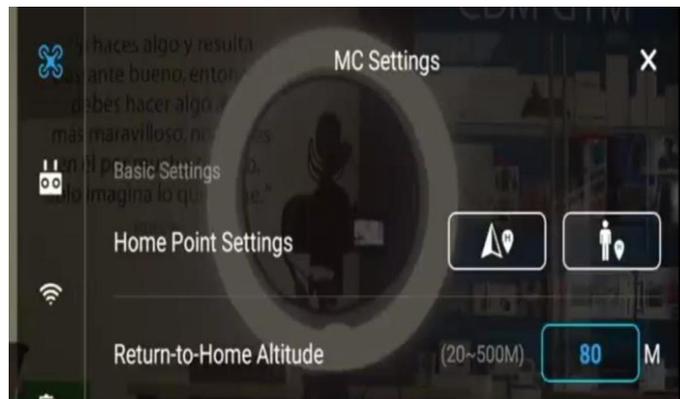


Imagen No. 31 Retorno a casa
Elaborado por: Erick Leonardo Bautista López
Fuente: Datos de la investigación

En la misma pestaña de P-GPS se puede programar la altitud del drone por defecto nos viene 500 metros esto puede ser cambiado pero es bajo la responsabilidad del piloto ya que a demasiada altura el drone puede perder señal con el software también se establece una distancia es decir que el drone no pueda pasar límites establecidos.

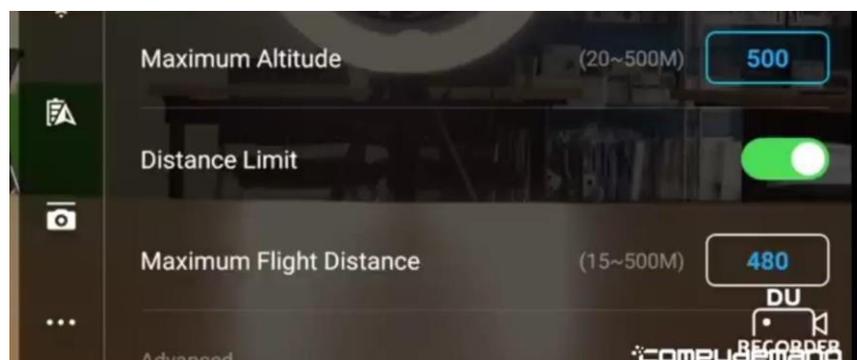


Imagen No. 32 Máxima Altitud
Elaborado por: Erick Leonardo Bautista López
Fuente: Datos de la investigación

Luego se identifica la cantidad de satélites con los que está conectado el drone esto ayuda localizar donde fue su punto de partida si el piloto lo requiere, es

recomendable volar con más de 8 satélites conectados ya que si son menos tiene el riesgo de no saber dónde fue su punto de partida y estrellarse dependiendo de los satélites conectados también puede ejecutar el pilotaje autónomo ya que estos se encargan de llevarlo por la secuencia programada.

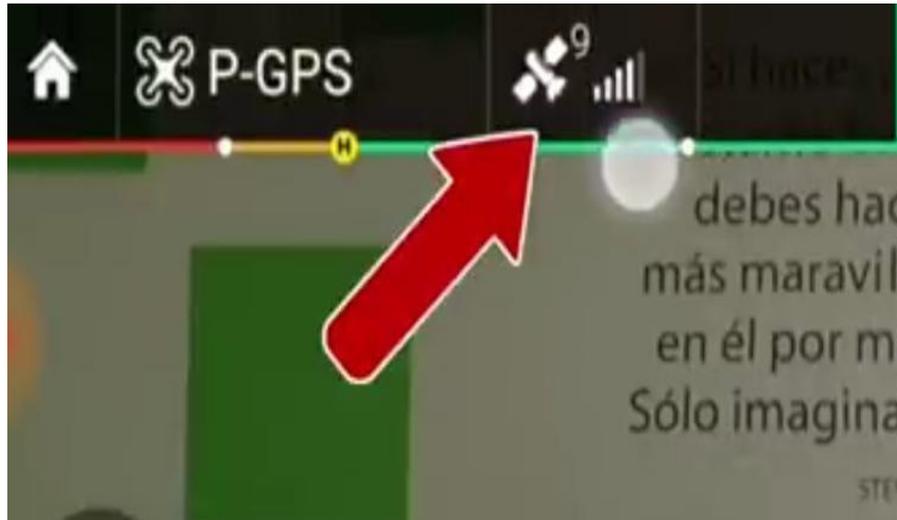


Imagen No. 33 Satélites

Elaborado por: Erick Leonardo Bautista López

Fuente: Datos de la investigación

En la siguiente opción se visualiza el estado actual del dron cuando esta de color verde el aviso es lo adecuado para que el dron empieza el vuelo esta opción puede estar de color amarillo lo cual quiere decir que no encuentra los satélites y se va a mover con respecto al viento también sale un mensaje de compas error que quiere decir que hay mucho electromagnetismo.

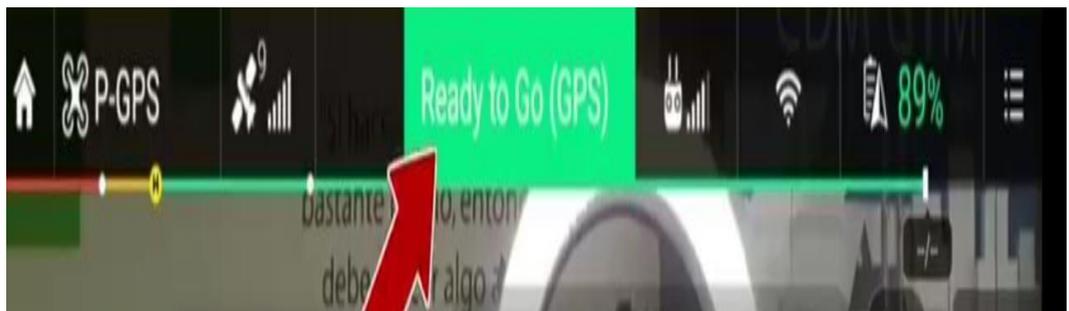


Imagen No. 34 Despegue

Elaborado por: Erick Leonardo Bautista López

Fuente: Datos de la investigación

A continuación, se puede identificar dos señales las que son de control remoto y la de wifi no importa cuál de las dos señales se pierdan durante el vuelo es decir si no tiene comunicación de wifi o control remoto el dron automáticamente regresa al punto de partida teniendo la cantidad de satélites necesarios.



Imagen No. 35 Señal de wifi y control
Elaborado por: Erick Leonardo Bautista López
Fuente: Datos de la investigación

También se puede observar el porcentaje de la batería del dron. Lo cual como mínimo se debe empezar entre el 100% y el 90% para que el vuelo este seguro y no minimizar las horas de estabilidad en el aire cabe recalcar que si el dron es piloteado a grandes velocidades el desgaste de la batería será más rápido ya que los multirrotores trabajan al máximo de su capacidad.

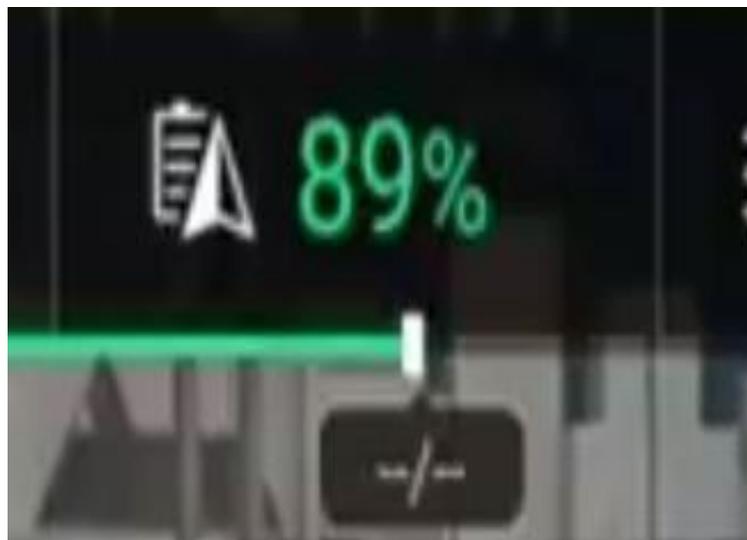


Imagen No. 36 Porcentaje de Batería
Elaborado por: Erick Leonardo Bautista López
Fuente: Datos de la investigación

Es importante mencionar como se utiliza la batería cuando se puede hacer el retorno del dron en base a esta, existen tres alertas la primera es cuando está a 30% de su capacidad parpadeando los leds de color rojo en el dron y a pitar eso no significa que el dron vaya a regresar al punto de partida la segunda alerta es al 10% esta alerta hace que el dron empiece a aterrizar independientemente del lugar donde se encuentre y por último el dispositivo tiene instalado un algoritmo el cual prevé un aterrizaje en el punto de partida con el porcentaje de la batería.

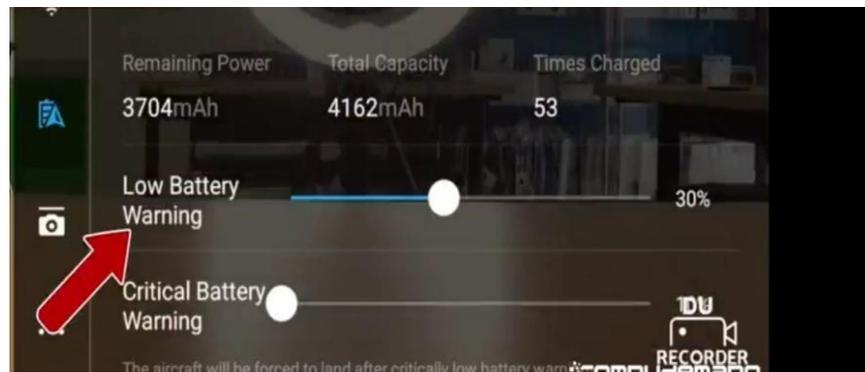


Imagen No. 37 Alertas de batería
Elaborado por: Erick Leonardo Bautista López
Fuente: Datos de la investigación

Después se identifica en el mapa al dron es muy útil al momento de pilotear el dispositivo ya que automáticamente exhibe una H de color verde la cual indica el lugar de donde despegó si vuela sin esa H quiere decir que está volando sin un punto de retorno a casa y puede aterrizar en cualquier punto.

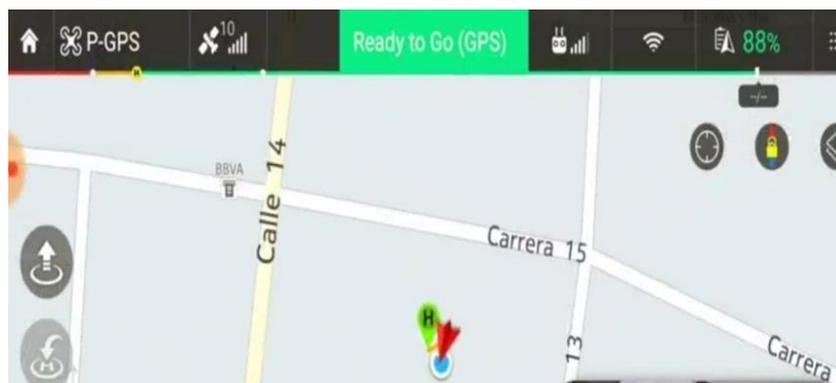


Imagen No. 38 Mapa
Elaborado por: Erick Leonardo Bautista López
Fuente: Datos de la investigación

Cuando el drone está en radar ayuda a saber la posición, esto quiere decir que todos los movimientos son identificados por el triángulo rojo la forma que está situado el drone es en base al gimbal esto quiere decir que si estamos detrás de la cámara se mueve con respecto a nuestra posición o si estamos de frente de la cámara se moverá en contra de nuestra posición es algo confuso, pero con práctica se lo puede dominar.



Imagen No. 39 Radar
Elaborado por: Erick Leonardo Bautista López
Fuente: Datos de la investigación

El encendido del drone puede ser manual o autónomo el cual se identifica en el software al presionar esta opción automáticamente el dispositivo empieza a tomar altura y estabilizarse para que pueda ser piloteado de cualquier forma.

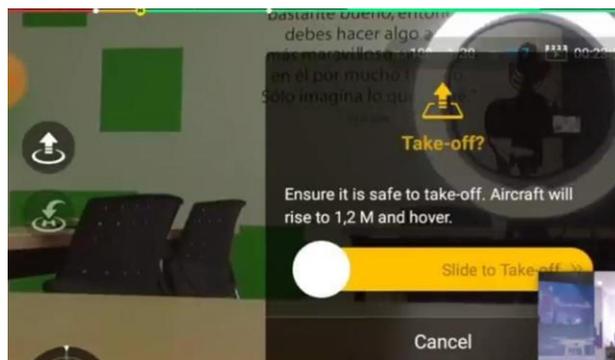


Gráfico No. 8 Despegue
Elaborado por: Erick Leonardo Bautista López
Fuente: Datos de la investigación

También tiene la opción de aterrizaje autónomo la cuales se realiza dentro del software esto ayuda a un aterrizaje de emergencia cuando no se lo pueda hacer de manera remota con el control o a su vez el drone no está a la vista del piloto.



Imagen No. 40 Aterrizaje

Elaborado por: Erick Leonardo Bautista López

Fuente: Datos de la investigación

Pilotaje autónomo

Para el pilotaje autónomo se debe calibrar la brújula del drone esto siempre se realiza antes de cualquier tipo de vuelo el primer paso es hacerlo a desde la izquierda y dar un giro de 360° se sabe que está bien calibrado cuando los leds traseros del drone empiezan a parpadear con color verde.



Imagen No. 41 Calibración frontal

Elaborado por: Erick Leonardo Bautista López

Fuente: Datos de la investigación

Después de hacer la calibración de frente de la brújula automáticamente el software pide la calibración poniendo al drone con la cámara hacia bajo de manera vertical y de igual manera hacer un giro de 360°.



Imagen No. 42 Calibración de lado
Elaborado por: Erick Leonardo Bautista López
Fuente: Datos de la investigación

Una vez calibrado el drone empieza a sobrevolar una altura de 1 metro para el reconocimiento de satélites, es necesario al momento de programar el vuelo tener al menos 8 satélites conectados ya que esto ayuda al drone a localizar la secuencia que debe hacer.



Imagen No. 43 Reconocimiento de satélites
Elaborado por: Erick Leonardo Bautista López
Fuente: Datos de la investigación

Con el drone bien estabilizado y con los satélites necesarios, procede a la programación de vuelo y realizar varias rutas, desde seguir al piloto o sobrevolar un punto en un radio definido. En este caso se ocupa la programación para que realice el vuelo autónomo en un ambiente predeterminado. Para ello el interruptor S1 del mando debe estar totalmente bajo de su posición, esto reconoce que el vuelo será profesional y automatizado.



Imagen No. 44 Modo Autónomo
Elaborado por: Erick Leonardo Bautista López
Fuente: Datos de la investigación

Con el interruptor en la posición número 3 y el drone en el aire la aplicación automáticamente indicara una opción en el móvil, la cual es icono similar al control remoto es importante no perder de vista al dispositivo porque está volando de manera autónoma y si existe corrientes de aires fuertes desestabiliza la aeronave.



Imagen No. 45 Icono de control
Elaborado por: Erick Leonardo Bautista López
Fuente: Datos de la investigación

Al presionar el icono se despliega la pantalla todos los modos de vuelos autónomo que se puede programar, como el drone realiza un vuelo autónomo en un ambiente la opción será WAIPPOINTS la cual deja que el dron memorice varios puntos para que después sobrevuele de manera autónoma.

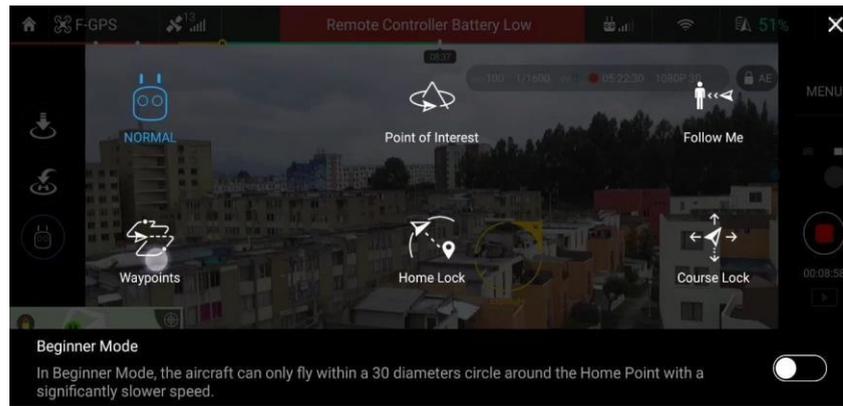


Imagen No. 46 Modo Waipoints
Elaborado por: Erick Leonardo Bautista López
Fuente: Datos de la investigación

Pulsado en el icono de vuelo autónomo muestra dos opciones que son SAVED MISSIONS y STAR RECORD WAIPPOINTS se pulsa la segunda opción ya que es el primer la otra opción quiere decir si realiza algún vuelo programado con anterioridad.

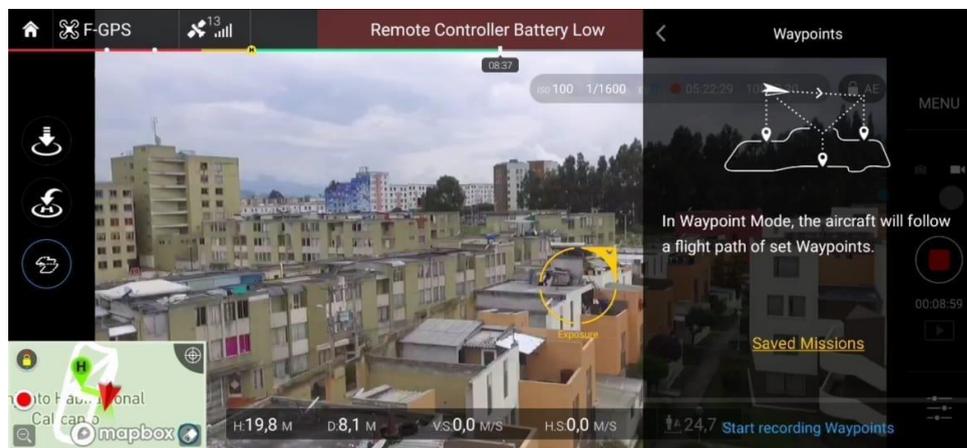


Imagen No. 47 Selección de Recorrido
Elaborado por: Erick Leonardo Bautista López
Fuente: Datos de la investigación

Siendo el primer punto a memorizar se pulsa RECORD para que la zona sea grabada por el don después se lo moviliza al menos 1m al siguiente punto de referencia y de igual manera la altura debe ser superior a 15m por seguridad y prevención de chocar con algún objeto.



Imagen No. 48 Primer Punto
Elaborado por: Erick Leonardo Bautista López
Fuente: Datos de la investigación

Para que el segundo punto grave el drone debe ser pilotado por una distancia prudente de primero y escogiendo la misma opción en el software, automáticamente reconoce siendo en este caso 18.3m de distancia entre los dos puntos seleccionados una buena distancia con una velocidad de 0.2m/ es recomendable no viajar muy rápido ya que es difícil realizar cualquier maniobra para evitar algún choque.



Imagen No. 49 Segundo Punto
Elaborado por: Erick Leonardo Bautista López
Fuente: Datos de la investigación

En el tercer punto el drone reconoce la distancia que esta desde el primer punto mas no del segundo, esto ayuda a saber cuántos metros de distancia está sobrevolando en total, la velocidad y la altura se mantienen igual que los primeros estacionamientos.

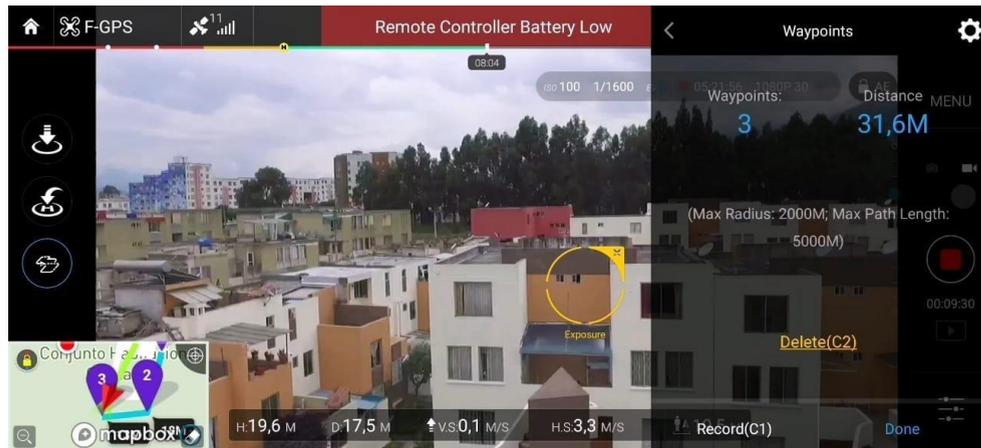


Imagen No. 50 Tercer Punto
Elaborado por: Erick Leonardo Bautista López
Fuente: Datos de la investigación

Con el cuarto punto teniendo más confianza de pilotaje la velocidad puede ir aumentando obviamente no demasiado y de igual manera seleccionamos el penúltimo punto para que el drone empiece hacer su vuelo autónomo.



Imagen No. 51 Cuarto Punto
Elaborado por: Erick Leonardo Bautista López
Fuente: Datos de la investigación

Siendo el último punto a gravar observamos el total de metros sobrevolados el ultimo radio a reconocer no debe estar cerca del primero de igual manera ya que el dron al terminar el vuelo autónomo regresa automáticamente al primer punto de partida también se observa en el software que distancia hay entre cada punto.



Imagen No. 52 Quinto Punto
Elaborado por: Erick Leonardo Bautista López
Fuente: Datos de la investigación

Con todos los puntos en la memoria del software presionamos la opción de DONE muestra en el software el icono de APPLY mostrando la altura de vuelo y empieza a cargar el pilotaje autónomo y procede a realizar el recorrido hay que tener en cuenta que el dron no tiene sensores de proximidad para que pueda evitar obstáculos.

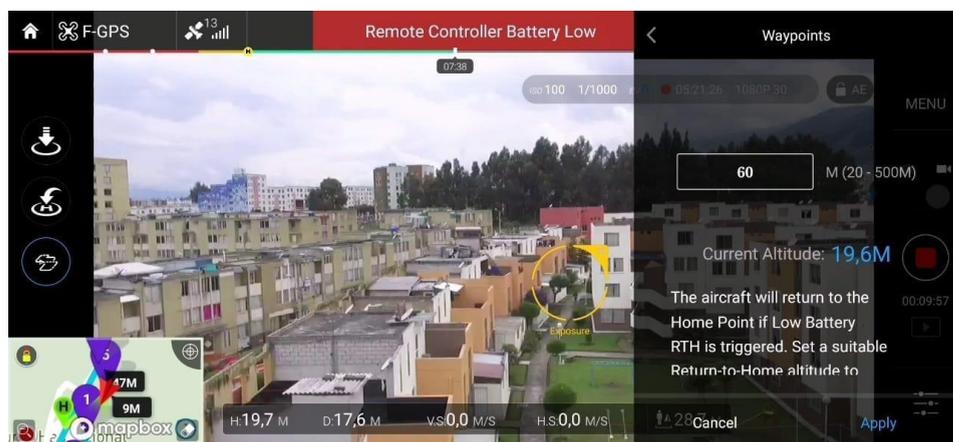


Imagen No. 53 Aplicación de vuelo
Elaborado por: Erick Leonardo Bautista López
Fuente: Datos de la investigación

El dron reconoce todos los puntos y metros que tiene que volar durante la programación existen variaciones la velocidad a la que va el dron que es 3,5m/s la cual puede variar hasta 7m/s lo cual es demasiado para un recorrido autónomo y así es como se realiza una programación de un vuelo autónomo.



Imagen No. 54 Aplicación de vuelo
Elaborado por: Erick Leonardo Bautista López
Fuente: Datos de la investigación

CAPÍTULO III

PROPUESTA Y RESULTADOS

Antes del pilotaje autónomo es necesario pilotearlo de manera remota para realizar pruebas de estabilidad. Al momento de la calibración por lo regular no encuentra los satélites al primer intento así que es necesario hacer varias veces esta acción para que pueda reconocer el drone el espacio donde se encuentra y no tener inconvenientes durante el vuelo.



Imagen No. 55 Calibración atmosférica
Elaborado por: Erick Leonardo Bautista López
Fuente: Datos de la investigación

El drone automáticamente toma vuelo al momento de reconocer los satélites durante unos segundos se encuentra a un metro de altura para que pueda estabilizarse y con mejor señal en los satélites empieza a tomar altura la cual llega hasta 600m lo cual no es recomendable ya que se pierde conexión entre el móvil y el drone.



Imagen No. 56 Altura para el recorrido
Elaborado por: Erick Leonardo Bautista López
Fuente: Datos de la investigación

Para el posterior vuelo automatizado el drone vuelo en forma remota la secuencia que realizará después esto para saber en qué tiempo la batería se descarga y poder regresarlo al punto de partida estas pruebas son muy necesarias para que el drone no haga un aterrizaje de emergencia en cualquier punto porque si el lugar donde el dispositivo planea aterrizar no está bien puede dañar el drone.



Imagen No. 57 Retorno al punto de partida
Elaborado por: Erick Leonardo Bautista López
Fuente: Datos de la investigación

También el dron pasó por pruebas de visibilidad ya que la cámara está adherida al gimbal el cual es muy delicado por su forma de moverse al instante de encender el dispositivo se comprueba si la imagen que tiene el dron se puede visualizar en el dispositivo.



Imagen No. 58 Posición del gimbla
Elaborado por: Erick Leonardo Bautista López
Fuente: Datos de la investigación

En el pilotaje autónomo se puede programar varios recorridos y varios puntos de vuelo como sobrevolar una circunferencia hasta el seguimiento del mando para con lo cual se realizado el seguimiento de mando llevándolo hasta 4 kilómetros de recorrido y con una altura de 8 metros demostrando que de manera automática el dron persigue al usuario.



Imagen No. 59 Seguimiento
Elaborado por: Erick Leonardo Bautista López
Fuente: Datos de la investigación

Para que el pilotaje automatiza no tenga ningún error se toma en cuenta la cantidad de satélites que están conectados en el drone para que al momento de realizar cualquier secuencia lo haga sin problema alguno al igual que el regreso al punto de partida esto es muy importante ya que si pierde señal con el satélite aterriza en un radio muy extenso, como mínimo para el pilotaje se requiere de 9 satélites esto garantiza que el drone está en una excelente posición sin interferencias electromagnéticas.



Imagen No. 60 GPS drone
Elaborado por: Erick Leonardo Bautista López
Fuente: Datos de la investigación

CONCLUSIONES

Al tener un vehículo inteligente aéreo no tripulado es necesario contar con vuelo autónomo el cual garantice el bienestar del dron, aunque no esté en la visibilidad del piloto con la programación puede hacer que el dispositivo vuelva al punto de partida. Aun cuando el dispositivo pierda conexión entre el operador este tiene la capacidad de mantenerse suspendido en el aire

Un pilotaje autónomo permite a que el dron se mantenga en el aire sin ningún problema mientras tenga suficiente carga en la batería, la programación está diseñada para que se realice las secuencias sin un lapso de tiempo predeterminado, cabe recalcar que el dron no tiene sensores de proximidad así que durante el vuelo llegara a intervenir algún objeto en el plano diseñado el dron chocaría este chocaría.

El tiempo que el dron puede estar suspendido en el aire es de aproximadamente 25 minutos este lapso de tiempo puede disminuir si el vuelo es forzado a llegar a alturas extremas y a velocidades muy rápidas por lo cual la batería se agota más rápido de lo habitual, el dron tiene varios avisos cuando la batería se está agotando lo que minimiza el estrellamiento por falta de energía.

También se visualiza que al momento del pilotaje manual el dron siempre debe estar con la cámara detrás del piloto para que pueda ser maniobrado de mejor manera ya que si el gimbal está de frente con el piloto los movimientos son al contrario de la persona que tenga el control remoto es decir si ordena que el dron vaya a la izquierda este irá a la derecha ya que el dispositivo reconoce la derecha del dron mas no la del piloto.

RECOMENDACIONES

En la actualidad varios drones pueden tomar vuelos no obstante no todos pueden realizar un vuelo autónomo por lo que es necesario la verificación de la marca del drone y la capacidad de este para que los vuelos sean eficaces y tener el más mínimo porcentaje de accidente aéreos, también la previa capacitación del piloto es importante ya que al no tener conocimientos básicos de estos dispositivos podrían causar un gran daño.

Para cualquier tipo de encendido siempre verificar los protectores de la cámara y gimbal es muy usual que el drone se encienda sin ver estos empaques que vienen, si no los retiramos el gimbal no podrá hacer su reconocimiento inicial y tiende a dañarse el Flex de datos del gimbal así que es muy importante verificar esto antes de encenderlo

La verificación de que no exista mucho electromagnetismo al momento de pilotarlo porque el drone puede perder la señales y decaer sin previo aviso por lo cual no es recomendable volarlo en interiores y lugares que están ligados a este fenómeno físico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, G., & Mendoza, C. (2017). Aplicaciones de los drones en la agricultura. In *Anuario de Investigación - Universidad Católica de El Salvador* (Vol. 6). <http://www.diyys.catolica.edu.sv/wp-content/uploads/2017/09/25dronesAN17.pdf>
- AGUILERA, R. (2019). *El Uso Del Drone Y La Vulneración Al Derecho a La Privacidad*. [Universidad Siglo 21]. https://www.cambridge.org/core/product/identifiier/CBO9781107415324A009/type/book_part
- ALCAZAR, E. (2014). Litiasis renal asintomatica. In *Archivos españoles de urología* (Vol. 8, Issue 2). [http://190.57.147.202:90/jspui/bitstream/123456789/1401/1/Fundamentos de programacion en Java.pdf](http://190.57.147.202:90/jspui/bitstream/123456789/1401/1/Fundamentos%20de%20programacion%20en%20Java.pdf)
- Antonio, R., & Vincent, E. (2017). *Implementación De Un Prototipo Para La Obtención De Imágenes Térmicas Geo-Referenciadas* [Escuela Politécnica Nacional]. <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/17548>
- Barchini, G., Sosa, M., & Herrera, S. (2003). *LA INFORMATICA COMO DISCIPLINA CIENTIFICA.pdf* (Issue 4200). https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/39528470/Articulo_Cientifico_INFORMATICA.pdf?1446133124=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DLA_INFORMTICA_COMO_DISCIPLINA_CIENTFICA.pdf&Expires=1611033255&Signature=PBJSPCZroUgUrcDusJEEmeJCtuv8XJ96YQDa7
- Camacho, R. (2016). *DISEÑO Y OPTIMIZACIÓN PARA PLATAFORMAS DE UN DRONE MULTIRRITOR* [UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DISEÑO]. https://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/24371/TFG_Rafael_Camacho_Puig_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Charfen. (2015). *Recomendaciones para la aplicación de los drones en el mundo de la arquitectura*. <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/87943>
- Erazo, J. (2019). *Escuela politécnica nacional [ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL]*. <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/20122/1/CD9563.pdf>
- Ferreira, R., & Aira, G. (2017). Aplicaciones Topográficas de los Drones. *Obtenido de: [Http://Www. Bibliotecacpa. Org. Ar/Greenstone/Collect/Otragr/Index/Assoc/HASH0159/314a3cb](http://www.Bibliotecacpa.Org.Ar/Greenstone/Collect/Otragr/Index/Assoc/HASH0159/314a3cb)*, 8(1), 11.
- ICAO. (2011). *Sistemas de aeronaves no tripuladas (UAS)*. [file:///D:/Users/USER/Desktop/deberes/tesis/plan de tesis/tesis ok/Circular 328_es.pdf](file:///D:/Users/USER/Desktop/deberes/tesis/plan%20de%20tesis/tesis%20ok/Circular%20328_es.pdf)
- Machado, M., & Pertúz, J. (2020). ANÁLISIS DE LA UTILIZACIÓN DE DRONES PARA EL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO. In *SELL Journal* (Vol. 5, Issue 1). Universidad Cooperativa Colombia.
- Miranda, M. P. (2005). Introducción a la programación en Bash Qué es un shell El shell es un interprete de comandos. *Time*, 1–13.
- Mora, R. (1980). *Universidad de Costa Rica 63* (Vol. 2, Issue X) [Universidad de Costa Rica]. <http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/bitstream/123456789/5546/1/41776.pdf>
- Paredes, D., & Noguera, A. M. (2015). Los Drones y sus aplicaciones a la ingeniería civil. In *Los Drones y sus aplicaciones a la ingeniería civil*.
- Pérez Ramos, J. M. (2016). *Sistema de Vigilancia Adaptativo basado en la Coordinación de UAVs en Entornos Afectados por Catástrofes*. 113.
- Puerta, C. (2015). TECNOLOGÍA EN LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS [ESCUELA DE INGENIEROS MILITARES FACULTAD DE INGENIERIA

INGENIERIA]. In *Biomass Chem Eng* (Vol. 49, Issues 23–6).
file:///D:/Users/USER/Downloads/TECNOLOGIA_DRONE_EN_LEVANT
AMIENTOS_TOPOG.pdf

Radial, B., Social, S., & Flores, L. (2001). Manual de Programaci3n en Lenguaje
C++. *Revista Tecnica de La Facultad de Ingenieria Universidad Del Zulia*,
24(3), 232. <https://doi.org/10.4000/books.ifea.7217>

Rodriguez, M. E. (2015). *Sistema de posicionamiento para un drone*.
file:///D:/Users/USER/Desktop/deberes/tesis/plan de tesis/tesis ok/Sistema de
posicionamiento para un drone.pdf

Zapata, C. (2006). *Fundamentos de programaci3n, Gu3a de autoenseñanza*.
file:///D:/Users/USER/Downloads/Fundamentos_de_programacion_Guia_de
_auto.pdf

Zapata, J., & Arbel3ez, J. (2016). *Diseño de un drone para carga 3til de 0.5 kg*
[UNIVERSIDAD TECNOL3GICA DE PEREIRA].
file:///D:/Users/USER/Desktop/deberes/tesis/plan de tesis/tesis
ok/84108402.pdf

ANEXOS



Imagen No. 61 Modo de vuelo
Elaborado por: Erick Leonardo Bautista López
Fuente: Datos de la investigación



Imagen No. 62 Prueba de Altura
Elaborado por: Erick Leonardo Bautista López
Fuente: Datos de la investigación



Imagen No. 63 Pilotaje manual
Elaborado por: Erick Leonardo Bautista López
Fuente: Datos de la investigación



Imagen No. 64 Prueba de Cámara
Elaborado por: Erick Leonardo Bautista López
Fuente: Datos de la investigación



Imagen No. 65 Rotación de Drone
Elaborado por: Erick Leonardo Bautista López
Fuente: Datos de la investigación