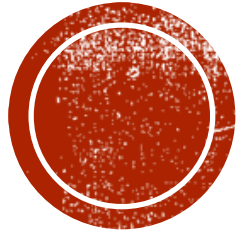


DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ESPACIALES
CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN MOTORES



**“IMPLEMENTACIÓN DE UN DRONE FPV CON
TRANSMISIÓN DE VIDEO EN TIEMPO REAL
PARA LA CARRERA DE MECÁNICA
AERONÁUTICA DE LA UNIDAD DE GESTIÓN
DE TECNOLOGÍAS”**

Por: CALUPIÑA GÁLVEZ, LUIS RAMIRO

Enero 2017

OBJETIVO GENERAL

Implementar un Drone FPV con transmisión de video en tiempo real para la Carrera de Mecánica Aeronáutica de la Unidad de Gestión de Tecnologías

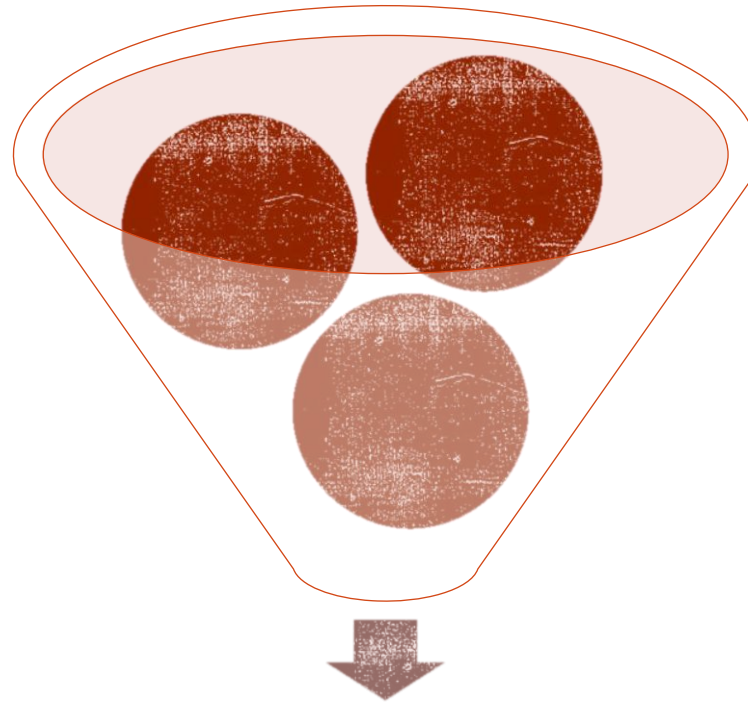


OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Establecer la información pertinente para la implementación y manejo de un Drone para la Unidad de Gestión de Tecnologías.
- Analizar los equipos necesarios para la transmisión de video (FPV) necesarios para la instalación en el Drone.
- Investigar los principios aerodinámicos que rigen el vuelo de un cuadricóptero, así como el comportamiento de este para los diferentes movimientos.
- Realizar pruebas de funcionamiento, para determinar la configuración óptima del Drone y su sistema FPV.



VEHÍCULOS AÉREOS NO TRIPULADOS



ARQUITECTURA DE LOS VEHÍCULOS NO TRIPULADOS.

Formada por cinco subsistemas independiente entre ellos a nivel de desarrollo y vinculados entre sí.

- **Plataforma de Vuelo**
- **Sistema de Control de Vuelo**
- **Sistema de Lanzamiento y Recuperación**
- **Sistema de Comunicaciones**
- **Sistema de información Geográfica**



CLASIFICACIÓN DE LOS UAV

Clasificación de vehículos no tripulados

Según la altitud y autonomías de los UAV'S

- Baja altitud, autonomía alta.
- Media altitud, autonomía alta. (MALE)
- Alta altitud, autonomía alta. (HALE)

Según el tamaño y peso del UAV's

- Grandes: (UH60 "drone", QF-16, UA-10 etc, Boeing 720)
- Medianos: (MC-12, Reaper, X-47,)
- Pequeños: (Boeing X-50, SIVA)
- Mini UAV.
- Micro UAV: (Mosquito, Monocopter)

Por tipo de Misión

- Reconocimiento (Reaper, MC-12, SIVA, RQ-11 Raven)
- Blancos Aéreos (QF-86, QF-100, QF-16, DIANA)
- Combate: (X-45, X-47)
- Investigación: (Boeing 720)
- Salvamento: (MULE, AH6X Little Bird)
- Anti incendios: (Ion tiger, Predator, SDSU)
- Transporte: (MULE, UH-60 "drone")

Por origen de la Misión

- Civil
- Militar

Por la forma de obtener la sustentación

- Más pesados que el aire
- Ala fija:
 - Sean de fuselaje convencional: (MC-12, Reaper, SIVA)
 - Ala volante: (X-45, X-47)
 - Fuselaje sustentador: (MULE)
 - Ala rotatoria: (Saab Skeldar)
 - Convertiplanos e híbridos: (VTOL Technologies, Boeing X-50, HADA español, y el DRH estadounidense, V-STAR, Verticopter., X-Hake y FALS, Vanguard Omniplane, SRC, AD150)
 - Otros: AESIR UAV, Monocopter,

Más ligeros que el aire:

- Dirigibles (UAV Airships)
- Híbridos: Cuerpo sustentador + dirigible: LEMV

Por su motor

- Alternativo: (SIVA, RQ-11 Raven)
- Turbinas (turbofanas, turbohélices, turboejes, etc) Reaper, X-45, X-47, DIANA
- Eléctricos: (Ion tiger, NASA Helios)

Por el tipo de control

- Autónomo y Adaptativo
- Monitorizado
- Supervisado
- Autónomo-no adaptativo
- Mando directo por un operador(R/C)



FPV (FIRST PERSON VIEW)

"Vuelo en primera persona" o FPV por sus siglas en inglés para "First Person View" se refiere al vuelo con cámara abordo usualmente montada al frente o nariz del avión de tamaño real o a escala



RESTRICCIONES DE LA AUTORIDAD AERONÁUTICA



Dirección General
de Aviación Civil

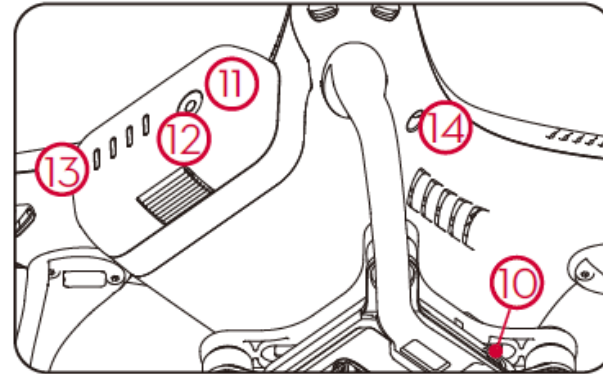
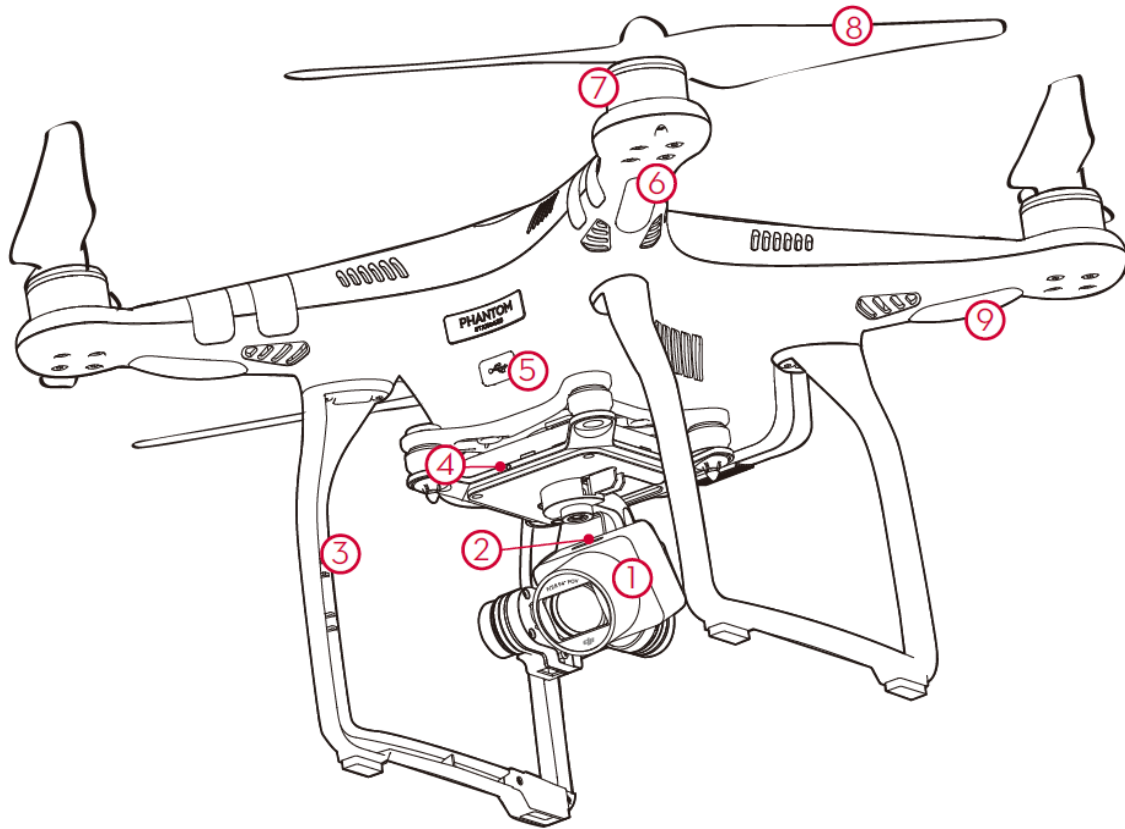
- La Dirección General de Aviación Civil resolución 251/2015 normativa para el uso de Drones
- Operación a una altura máxima de 122 metros sobre el terreno, y la operación cerca de un aeródromo deberá ser mayor o igual a 9 kilómetros
- Horario: deberá ser desde la salida hasta la puesta del sol, para la operación de los drones, en condiciones meteorológicas de vuelo visual, libre de nubes, neblina, precipitación o cualquier otra condición que obstruya o pueda obstruir el contacto visual permanente con el Drone



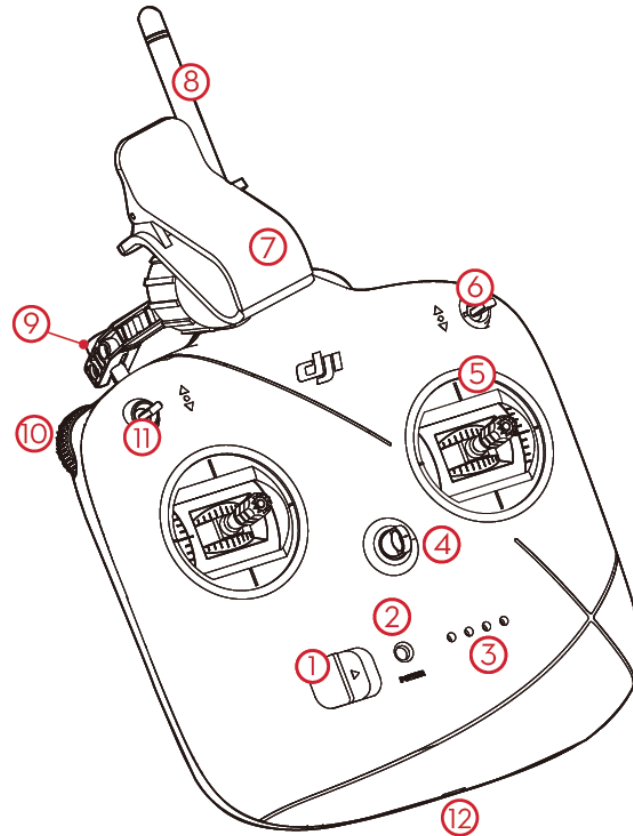
DJI PHANTOM 3 STANDARD



COMPONENTES DJI PHANTOM 3 STANDARD

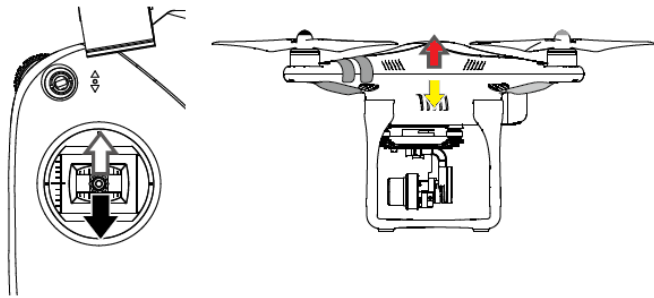


CONTROL REMOTO DJI PHANTOM STANDARD

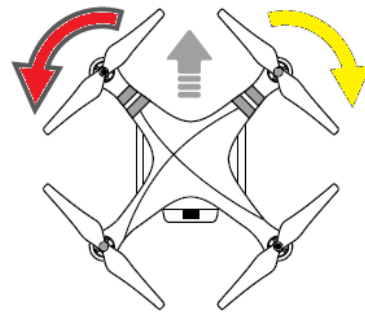


CONFIGURACIÓN DEL CONTROL

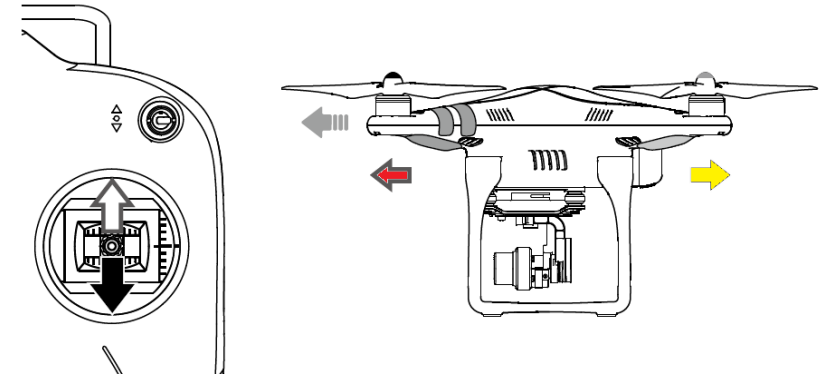
Ascenso y Descenso.



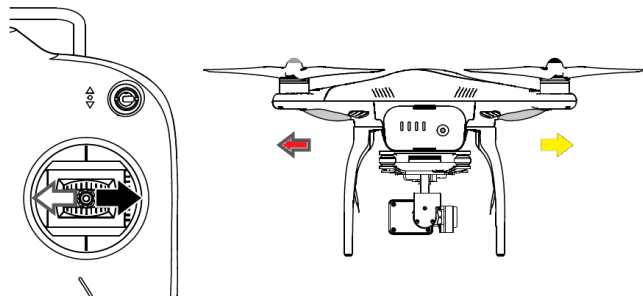
Movimiento de Guiñada



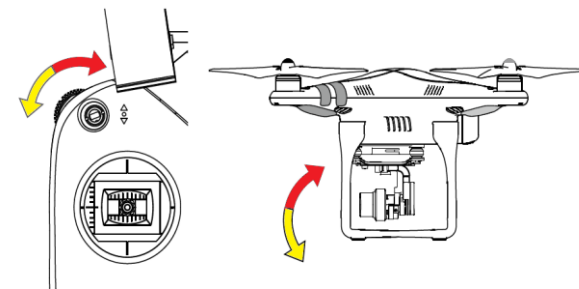
Movimiento de Cabeceo



Movimiento de alabeo



Movimiento de la cámara (Gimbal)



CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS PHANTOM 3 STANDARD

Aeronave	
Peso con batería incluida	1216 gr.
Velocidad de ascenso máx.	5 m/s
Velocidad de descenso máx.	3 m/s
Velocidad máx.	16 m/s (sin viento)
Tiempo de vuelo máx.	Aproximadamente 25 minutos



Control

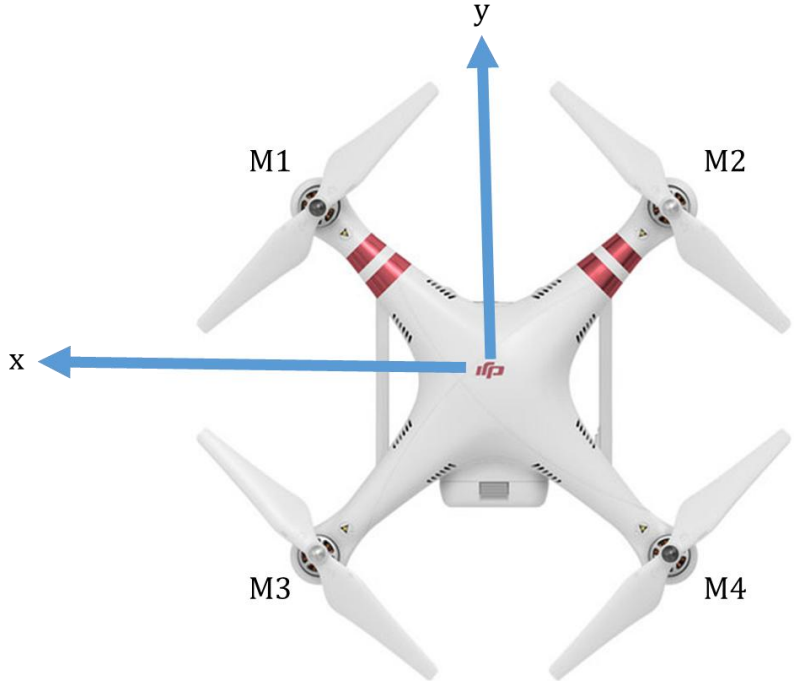
Frecuencia de funcionamiento	5,725 GHz - 5,825 GHz
Distancia máxima de transmisión	1000 m, sin obstáculos 500 m, en otro caso
Puerto de carga	MicroUSB

Cámara

Resolución de fotos	12 megapíxeles
Tamaño de imagen máximo	4000 x 3000 píxeles
Modos de fotografía fija	Un disparo, modo de ráfaga de fotos, disparo a intervalos.
Modos de grabación de vídeo	2,7 K: 2704x1520p30 FHD: 1920x1080p 24/25/30 HD: 1280x720p 24/25/30/48/50/60
Tipos de tarjetas SD admitidas	MicroSD, Capacidad máxima: 64 GB Clase 6 o superior
Intervalo controlable gimbal	de -90° a +30°



DINÁMICA DE VUELO



MOVIMIENTO DE PITCH



MOVIMIENTO DE ROLL

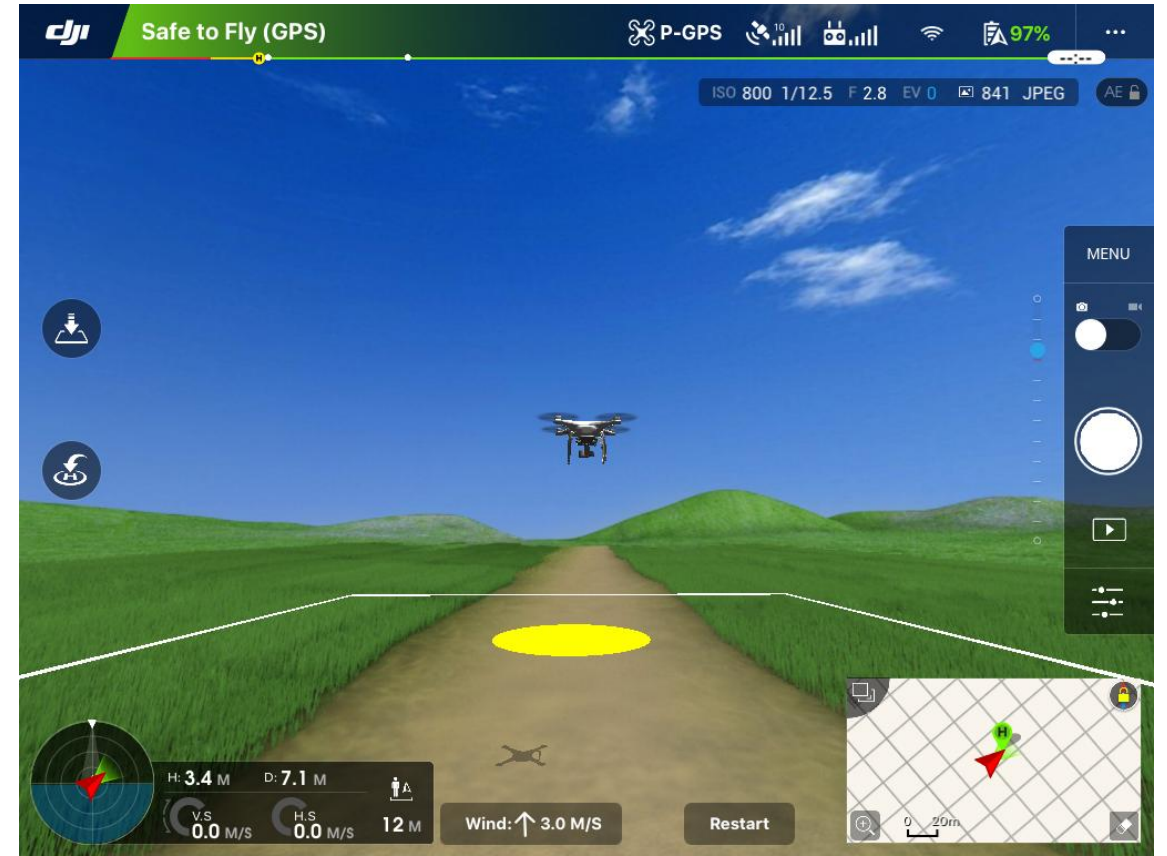
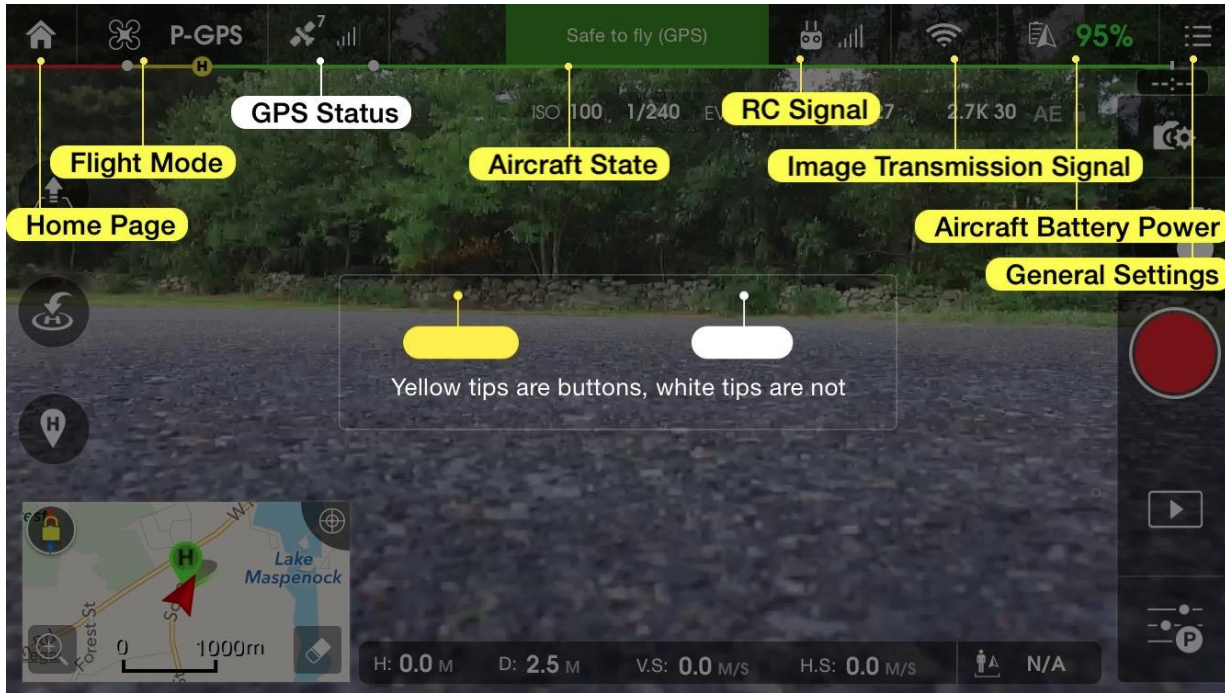


MOVIMIENTO DE YAW



SISTEMA FPV





MODOS DE VUELO

- **Modo P (posicionamiento)**

El modo P funciona mejor con señal GPS intensa. La aeronave seleccionará automáticamente uno de los dos estados posibles de este modo en función de la intensidad de la señal GPS.

- **P-GPS:** el GPS está disponible. La aeronave utiliza el GPS para el posicionamiento, mantendrá estable su posición así como su altitud.
- **P-ATTI:** el GPS no está disponible. La aeronave solo utiliza el barómetro para mantener la altitud

- **Modo A (Actitud)**

En el modo A, el GPS no se utiliza para el posicionamiento, y la aeronave solo utiliza su barómetro para mantener la altitud.



- **Modo F (Función).**

En este modo se admite el control de orientación inteligente (IOC, por sus siglas en ingles), este control de orientación permite al piloto bloquear la orientación de la aeronave de distintas maneras



Selecciones de IOC (Control inteligente de orientación)



ANÁLISIS AERODINÁMICO

Análisis respecto al número de motores.



Bicóptero



Tricóptero



Cuadricóptero







**Octocópteros con disposición de motores X8 y
disposición de motores tradicional**



**Hexacópteros con disposición de motores Y6 y
disposición de motores tradicional**



Respecto a las hélices

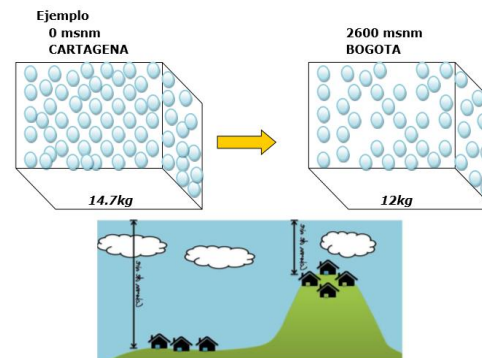
Hélices	Tuerca de hélice plateada	Tuerca de hélice negra
Imagen		
Montar en	Motores sin punto negro	Motores con punto negro

Respecto a la carga útil



FACTORES QUE AFECTAN A LA SUSTENTACIÓN

- La forma del perfil aerodinámico de las hélices.
- La superficie de la hélice.
- La densidad del aire.
- La velocidad del viento relativo.



CARGA ÚTIL DJI PHANTOM 3 STANDARD

Phantom 3 payload test

Max thrust: 3700 gram

Max payload: $3700 - 1300 = 2400$ gram

Recommended payload: < 900 gram ???



CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- Los Drones FPV, gracias a los avances en el mundo de la aviación, están al alcance de todas las personas, existe varios modelos con características específicas para determinados fines, en la Carrera de Mecánica Aeronáutica de la Unidad de Gestión de Tecnologías se implementó el dron DJI Phantom 3 Standard el cuales tienes las características necesarias y suficientes para los fines encomendados.
- Los movimientos del dron deben ser entendidos en su totalidad para comprender su forma de desplazarse y la forma de controlarlo, en las diferentes situaciones que este llegare a encontrarse, al igual que la dinámica de vuelo, ya que esto es particular para el tipo de drones cuadricópteros.



- La aplicación DJI Go, permite realizar varios cambios dentro de la configuraciones, todos los valores óptimos o usuales para el uso del drone viene configurados por defecto, es limitado lo que se puede llegar a cambiar ya que es una plataforma cerrada que no permite mayores cambios ni en su software, ni hardware.
- Aerodinámicamente es poca la información que existe por lo que DJI no es considerada una empresa open source, que incentive la mejora de sus productos, lo que limite en gran medida al acceso de información.



Recomendaciones

- El presente trabajo consta de un manual para la utilización y manejo del Drone DJI Phantom 3 Standard el cual debe ser revisado en su totalidad antes de realizar cualquier uso de este, con el objetivo de prolongar su vida útil y que sea de beneficiosos para la mayor cantidad de miembros de la Unidad de Gestión de Tecnologías.
- En base a lo estipulado por la autoridad Aeronáutica del Ecuador, se debe limitar el vuelo de los drones a una altura máxima de 122 metros sobre el nivel el terreno, y la operación cerca de un aeródromo debe ser siempre mayor a 9 kilómetros, el programa DJI Go, cuenta con exclusiones aéreas, que no realizan un vuelo en cercanías de aeropuerto u otras zonas que ponga en peligro la integridad de las personas, como son lugares de concentración masiva de personas.
- Familiarizarse con los mandos del drone a través del simulador de la aplicación DJI Go, y prestar la mayor atención al operar el drone, para evitar accidentes e incidentes, tanto del operador como de las personas que se encuentren a su alrededor.



Gracias por su atención

