

# Drones, el cielo está al alcance de todos

Nombre: Lucas García Mateu

Clase: 2ºA

Centro: IES Emperador Carles

Tutor: Ernest Ferrer

# Índice

0. Introducción .....	1
1. Estudio de los drones .....	2
1.1 Explicación del funcionamiento de un drone y sus partes.....	2
1.1.0 ¿Qué es un drone? .....	2
1.1.1 Partes básicas de un drone .....	2
1.1.2 Características técnicas de un drone .....	3
1.1.3 Mecánica de funcionamiento de un Drone cuadricóptero.....	4
1.1.4 Relación de las fuerzas que siente un drone con sus movimientos.....	7
1.1.5 Programa de estabilidad .....	9
1.1.6 Movimientos del drone en relación a las órdenes del mando.....	10
1.1.7 Funcionamiento del sistema de seguimiento de un drone.....	11
1.1.8 Piloto automático.....	12
1.1.9 Cámara i Estabilizador .....	13
1.1.10 First Person View (FPV) .....	14
1.2 Usos de los drones .....	15
1.2.1 Enumeración de los usos de los drones .....	15
1.2.2 Uso militar de los drones (6): Mini drone de espionaje militar “PD-100 Black Hornet”	15
1.2.3 Uso audiovisual de los drones (7): Captura de videos de personas realizando deportes extremos .....	16
1.2.4 Uso audiovisual de los drones (7): ¡Drones, cámara... y acción!.....	17
1.2.5 Uso de los drones en seguridad (2): Comprobación de la seguridad en líneas de alta tensión.....	18
1.2.6 Uso de los drones en envíos a domicilio (9): Tu pedido viene volando. ....	19
1.2.7 Uso de los drones en seguridad (2): Drones armados para vigilar las calles. ....	20
1.2.8 Uso de los drones en entretenimiento (1): Carreras de drones .....	20

1.2.9	Uso de los drones en socorrismo (3): El drone ambulancia.....	21
1.2.10	Uso de los drones en cartografía (5): Las ventajas de los drones para la cartografía. 22	
1.2.11	Uso de los drones en agricultura (4): Agricultura de precisión.....	23
1.2.12	Uso de los drones en entretenimiento (1): Selfies.....	24
1.2.13	Uso de los drones en sustitución de tareas peligrosas (9): Manipulación de materiales nocivos. ....	24
1.3	Problemas de los drones .....	26
1.3.0	Legislación a seguir para hacer uso de los drones. ....	26
1.3.1	Incidente relacionado con un drone en Argentina .....	27
1.3.2	Aspecto militar de los drones.....	28
1.3.3	El potencial negativo de los drones en entornos civiles .....	29
1.3.4	Los vídeos de You Tube y el sensacionalismo .....	30
1.3.5	Los peligros de no respetar las normativas.....	31
2.	Análisis práctico de un drone .....	33
2.0	Base del trabajo.....	33
2.1	Identificación de componentes.....	35
2.2	Carcasa .....	37
2.3	Motor .....	44
2.4	Acoplamiento del mecanismo a la placa .....	47
3.	Conclusión .....	49
4.	Anexos .....	50
4.1	Calendario del Trabajo de Investigación .....	50
4.2	Enlaces relacionados con el trabajo .....	56
4.3	El posible futuro de los drones como método de transporte .....	61

# 0. Introducción

Este trabajo de investigación trata sobre drones, más específicamente sobre aquellos que funcionan con cuatro hélices llamados cuadricópteros. Yo soy estudiante de segundo de bachiller tecnológico, y en el trabajo se pueden ver aplicaciones de las materias que he ido aprendiendo, en el uso de la trigonometría, física, dibujo técnico y sobretodo tecnología en general.

El trabajo de investigación consta de dos partes bien diferenciadas:

La primera parte es un estudio de los drones, en la cual se ha buscado información sobre los drones dentro de la sociedad actual y sobre su funcionamiento técnico. Esta parte, a su vez, se divide en tres grandes bloques:

- Explicación del funcionamiento de un drone y sus complementos.
- Usos de los drones
- Problemas de los drones

La segunda parte del trabajo es un análisis práctico de un drone que consiste en la reparación de un drone averiado y la creación de una carcasa personalizada que contenga el mecanismo previamente reparado. En el dossier se detalla la memoria de todo este proceso.

He elegido este tema por dos motivos: primeramente, porque los drones son un tema de actualidad al alcance de todos que cada vez toma más relevancia. Como toda tecnología nueva, se formulan preguntas y se crea polémica sobre ella. Mi objetivo en este trabajo es analizar toda la información posible para arrojar un poco de luz sobre una nueva tecnología, así como expresar mi opinión sobre todas las polémicas que levanta.

En segundo lugar, me gusta mucho la tecnología y la ciencia, y de hecho quiero estudiar Ingeniería Aeronáutica. Creo que este trabajo me ayudará a empezar a familiarizarme con los vehículos voladores y experimentar cómo es montar algo que luego pueda surcar los cielos.

# 1. Estudio de los drones

## 1.1 Explicación del funcionamiento de un drone y sus partes

### 1.1.0 ¿Qué es un drone?

Un drone es un objeto volador no tripulado capaz de ser manejado a distancia o trazar su propia ruta mediante GPS.

Se puede diferenciar entre dos tipos de drones: en forma de avión, los cuales tienen la ventaja del planeo por lo tanto tienen un consumo menor, y en forma de cuadricóptero, en los que se centrará el trabajo, propulsados por cuatro hélices y con la posibilidad de moverse en todas las direcciones y permanecer quietos en el aire.

Antes de empezar con el trabajo se ha de hacer una aclaración bastante importante: un drone, por definición, debería ser capaz de funcionar mediante piloto automático, y este no es el caso de la mayoría de “drones” de los que la gente habla. Si no pueden volar de forma automática siguiendo una ruta marcada, en lenguaje técnico se les denomina **cuadricópteros radiocontrol**, pero como es un nombre muy largo y para evitar confusiones, en el trabajo se hará referencia a drones y cuadricópteros radiocontrol por igual.

### 1.1.1 Partes básicas de un drone

Las partes básicas de un drone son:

**-Motores, Hélices y ESCs:** Son los componentes fundamentales para mantener el drone en el aire. Los ESCs (Electronic Speed Control) regulan la potencia eléctrica suministrada a los motores, y por lo tanto la velocidad de giro del rotor, que al girar a alta velocidad suspende el drone en el aire gracias a las hélices que se mueven solidariamente.

**-Controlador de vuelo:** Se trata del cerebro de la máquina, ya que detecta y controla todos los aspectos de esta. Prácticamente todos los componentes electrónicos van conectados al controlador de vuelo.

**-Mando o control remoto:** Es un dispositivo con dos joysticks (palancas multidireccionales) a través del cual se puede introducir los movimientos que el drone realice gracias a unos comandos (explicado más adelante).

**-Radio receptor:** Se trata del componente que recibe las órdenes del mando, transmitiéndolas al controlador de vuelo, para que la instrucción sea ejecutada mediante variaciones en la velocidad de los rotores que alteran el curso del drone a voluntad del usuario (cuando es una instrucción de movimiento). En caso de querer activar un accesorio, la placa también se encargaría después de recibir la señal del mando.

**-Baterías:** Proporcionan la energía necesaria al drone para realizar todas sus funciones. Suelen ser de polímero de litio, de bajo peso y alta descarga, ideales para maniobrar con el aparato

## 1.1.2 Características técnicas de un drone

Las características técnicas de un drone varían dependiendo de la gama de este, pero en este apartado se intentará marcar unos mínimos y unos máximos de las características más importantes de un drone.

Es necesaria una aclaración, y es que en este apartado se habla en todo momento de drones civiles, ya que a lo que se haya podido llegar con los drones militares no se conoce.

### Peso

El drone de juguete estándar no suele llegar al kilogramo, variando entre los 50 gr. y los 500 gr.

Cuando se pasa del kilogramo, ya se puede hablar de un drone “de verdad”, utilizado por empresas para trabajos varios, y de estos podemos encontrar de hasta 25 kg o más, en función del tipo de trabajo que se quiera realizar.

### Velocidad

La velocidad puede variar entre los 2m/s en el caso de los drones más pequeños a los 27,28 m/s (100 km/h) en adelante en drones de gama media (Mirar anexo).

## Altitud

Los drones de gama más baja no pueden llegar a una gran altitud debido al poco rango de sus señales, de las que se hablará más adelante, pero un drone de gama media/alta puede llegar fácilmente a los 120m.

## Rango de operación

Esta característica es la que nos indica lo máximo que se puede alejar el drone del sitio des del que recibe la señal, en caso de ser manejado con un mando radiocontrol.

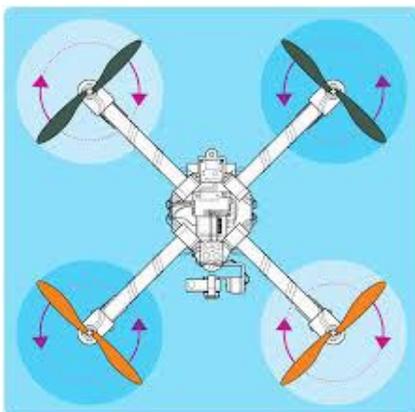
En el caso de los drones de juguete, la señal se empieza a perder a los 15 o 30 metros. Drones de gama más avanzada que no disponen del FPV encuentran como única limitación el campo visual del sujeto que los esté pilotando. Los drones con FPV integrado pueden llegar a tener hasta 500m de operación o más, dependiendo de la potencia de la señal.

## Autonomía

Esta característica es de gran variabilidad, depende de la batería integrada y varia de los 15 minutos que es capaz de volar un drone de juguete a los 90 min de las gamas más altas. Cuanto más peso sean capaces de levantar los motores, más pesadas son las baterías que se pueden añadir y por tanto mayor es la autonomía de vuelo.

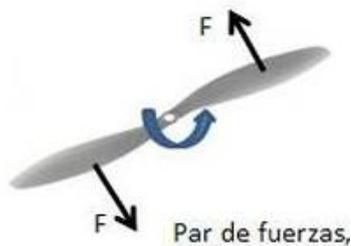
## 1.1.3 Mecánica de funcionamiento de un Drone cuadricóptero

Un drone cuadricóptero consta de 4 hélices equidistantes, dos de ellas giran en sentido horario y las otras dos en sentido antihorario como se puede observar en la fotografía:

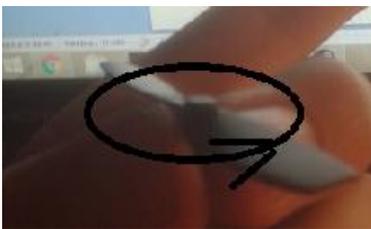


La rotación opuesta de las hélices se debe a la necesidad de equilibrar los momentos o pares de fuerzas de las hélices, ya que si giraran todas en el mismo sentido, los pares de fuerza se sumarían, haciendo que el drone tuviese que girar en sentido contrario a las palas para así encontrarse en equilibrio, obedeciendo el principio de acción reacción de Newton. Si el drone gira descontroladamente, cae.

Es el mismo fenómeno que ocurre cuando se destruye la cola del helicóptero: este empieza a girar sin control y cae por culpa de una descompensación en los momentos de los rotores que ha de compensar el mismo helicóptero girando es sentido contrario a las palas del rotor principal.



El sentido en el cual rota la hélice dependerá de su forma, que puede ser de estas dos variantes.



Esta hélice gira en sentido antihorario, ya que así empuja el aire con sus palas.



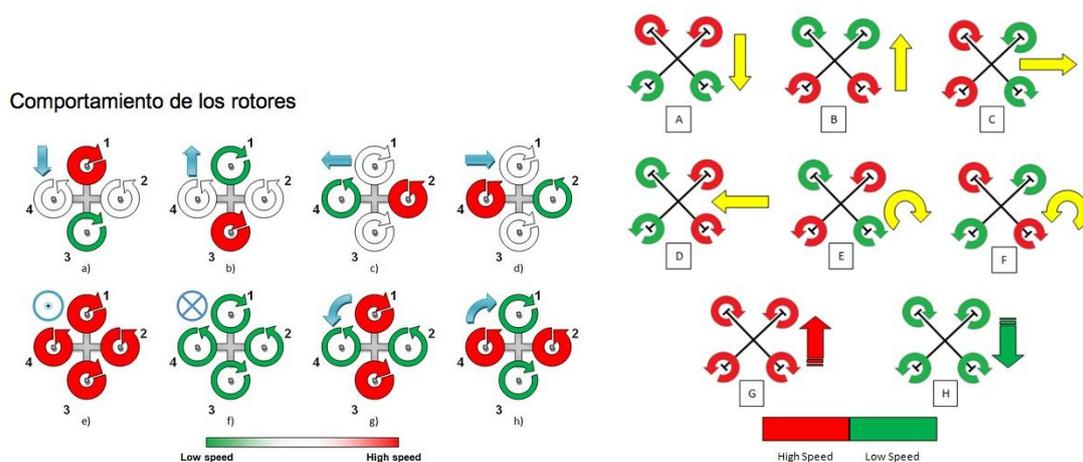
Esta hélice gira en sentido horario, por la misma razón que la anterior.

Las cuatro hélices trabajan al mismo tiempo por tal de crear una fuerza de empuje igual o superior al peso del drone en cuestión, para que este se eleve.

La elevación del drone siempre es un movimiento acelerado, ya que para que se eleve se necesita una fuerza vertical que supere el peso, con lo cual la resultante será una fuerza vertical, y una fuerza actuando sobre una masa siempre provoca una aceleración. Lo mismo ocurre con todos los otros movimientos. Para que el drone se mantenga estable sin moverse, la fuerza vertical debe ser igual que la del peso del drone.

El peso total se divide entre los cuatro rotores, los cuales modificamos a pares para controlar el drone.

El cuadricóptero tiene cuatro tipos de movimiento: guiñada (giro en sentido horario o anti horario respecto al eje vertical), inclinación (hacia la derecha o izquierda respecto al eje transversal), cabeceo (inclinación hacia delante o hacia atrás respecto al eje transversal) y altitud (elevación o descenso en vertical).



En las imágenes se observa cómo se consiguen los diferentes tipos de movimiento en los dos tipos de cuadricópteros, el configurado en forma de x y el configurado en forma de cruz. Se explicará la configuración en forma de x (dibujo de la derecha), ya que la del drone del usado en el análisis práctico y la más común.

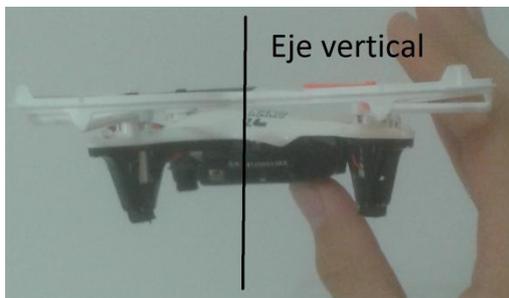
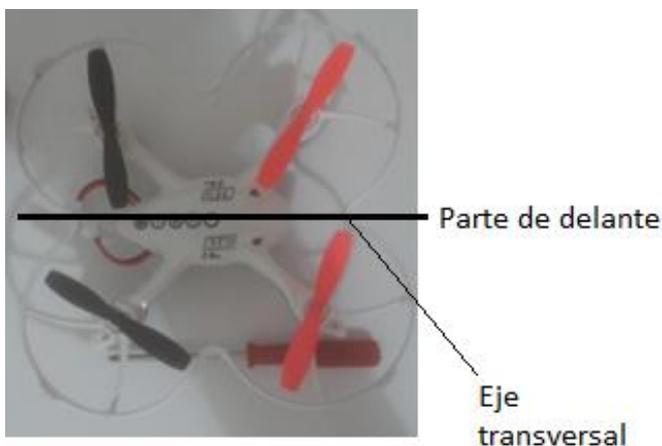
En la imagen se pueden observar los tipos de movimiento del drone y como se consiguen. Para explicar estos movimientos se enumerarán las hélices, siendo la de la esquina superior derecha la "1" y las demás la "2", "3" y "4" contando en el sentido de las agujas del reloj. A la "velocidad baja" se la denominará "vb" y a la "velocidad alta", "va".

**El inclinación (Roll)** puede ser observado en las letras c) y d). Para inclinarse a derecha (c), 1-2 en "vb" y 3-4 en "va". Para inclinarse a izquierda los motores en "va" se ponen en "vb" y viceversa. Una vez alcanzada la inclinación deseada, los motores se ponen todos en la misma velocidad automáticamente.

El **cabeceo (Pitch)** puede ser observado en las letras a) y b). Para cabecear hacia delante (b), 1-4 en "vb" y 3-2 en "va". Para cabecear hacia atrás los motores en "va" se ponen en "vb" y viceversa. Una vez alcanzada la inclinación deseada, los motores se ponen todos en la misma velocidad automáticamente.

La **guiñada (Yaw)** puede ser observado en las letras e) y f). Para girar en sentido horario (e), 1-3 en "vb" y 2-4 en "va". Para girar en sentido antihorario los motores en "va" se ponen en "vb" y viceversa.

La **altitud (Throttle)** puede ser observada en las letras g) y h). Para subir (g), todos los motores en "va", para bajar los motores en "va" se ponen en "vb".



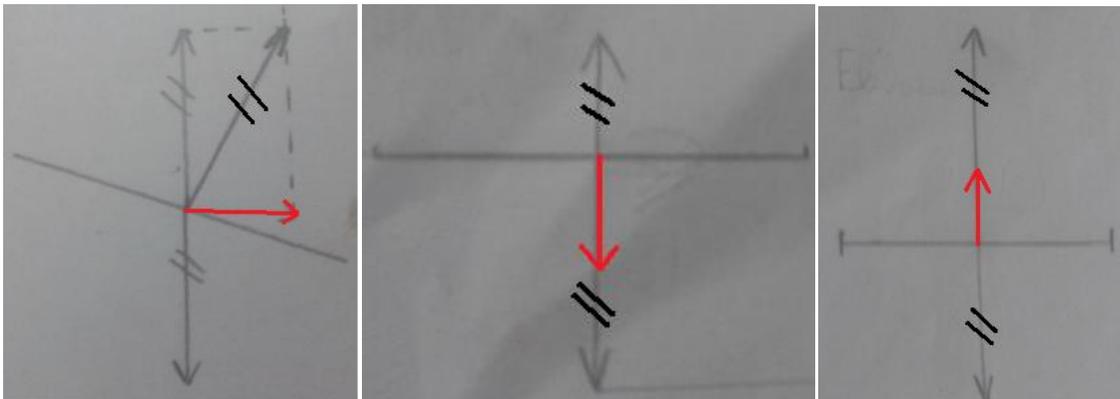
### 1.1.4 Relación de las fuerzas que siente un drone con sus movimientos

El movimiento del drone se basa en dos fuerzas que actúan siempre sobre él: El peso y la fuerza de las hélices, que al empujar el aire hacia abajo producen una fuerza ascendente. La fuerza que siente el drone por su peso es siempre hacia abajo, perpendicular al suelo independientemente de donde se encuentre. La fuerza de las hélices es siempre perpendicular a estas, en la dirección contraria en la que empujen el viento.



Cuando la fuerza de las hélices es mayor que el peso y están en la misma línea el drone se **eleva**, ya que la resultante de las fuerzas es hacia arriba. Cuando es menor el drone **desciende**, ya que la resultante de las fuerzas es hacia abajo.

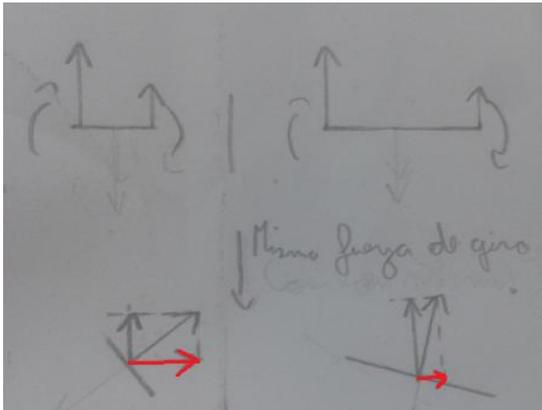
Cuando el drone se inclina, la fuerza de las hélices, al ser perpendicular al drone, gana inclinación, dividiéndose en una componente horizontal y otra vertical. La componente vertical se anula con la del peso, quedando solo la horizontal, lo que produce el movimiento de **inclinación** o **cabeceo** dependiendo de hacia donde se ha inclinado el drone. Si el drone se inclina demasiado, la componente vertical de la fuerza no es suficientemente grande como para compensar el peso, y por eso el drone cae.



(Imágenes explicativas de los diferentes movimientos con las resultantes de las dos fuerzas pintadas en rojo. A la izquierda la inclinación y el cabeceo en un solo dibujo, ya que las dos consisten en lo mismo, en el medio el descenso, y a la derecha la elevación.)

El movimiento de **guiñada** se produce por una descompensación controlada en los momentos de la rotación de las hélices, que hace girar al drone sobre sí mismo por las razones explicadas anteriormente.

Esto lleva a la conclusión de que un drone con menos separación entre motores maniobrará de forma mucho más rápida y brusca, debido a que inclina más rápidamente la fuerza de las hélices aumentando así la componente horizontal de la fuerza más rápidamente también. En cambio, un drone con una mayor separación entre los motores tardará más en inclinarse debido a su tamaño, con lo cual será más estable pero más lento al maniobrar. En lenguaje técnico, se diría que si los dos sienten la misma fuerza que les hace rotar, aquella rotación de menor radio será la que tenga una mayor velocidad angular.



(Explicación gráfica de lo que sucede con dos drones de diferente tamaño cuando se aplica la misma fuerza para girar en el mismo tiempo. Se puede observar como en el caso de la izquierda, en el que el drone es más pequeño, la componente horizontal se hace más grande en menos tiempo como se ha explicado)

### 1.1.5 Programa de estabilidad

El programa de estabilidad es una parte imprescindible del drone y de gran importancia. Antes se ha hablado de la mecánica de funcionamiento que tiene un drone, pero sin un programa de estabilidad el drone no podría volar.

El drone se mantiene estable igualando las velocidades de las hélices, y ese es el mensaje que la placa comunica a los motores cuando se le da esa orden.

En el caso de que se dé una orden de cabecear o inclinarse, los motores traseros, delanteros o laterales (siempre de dos en dos como se ha visto) inclinarán el drone que se comenzará a mover.

El problema viene cuando se le da la orden de quedarse estable otra vez. De no tener un programa de estabilidad, el drone igualaría las velocidades de los motores, pero estando todavía inclinado, con lo cual seguiría el desplazamiento hasta chocar, o se desestabilizaría y caería.

Una vez descrita la problemática, ahora viene la solución ya mencionada: el programa de estabilidad. El programa de estabilidad conoce la inclinación del drone y en el caso de que este esté inclinado cuando se le da la orden de “quedarse estable” modifica las velocidades de los motores para estabilizarlo.

La placa es capaz de conocer la inclinación del drone gracias a un giroscopio (que es un sensor que indica inclinación, usado por ejemplo en los dispositivos móviles para que la pantalla se incline cuando se inclina).

El programa también es responsable de hacer que se igualen las velocidades de los rotores cuando el drone llega a la inclinación óptima para realizar la inclinación o el cabeceo, ya que de no ser así, el drone seguiría aumentando la velocidad de los rotores obedeciendo la orden de inclinación hasta que se quedase totalmente inclinado o diese la vuelta, con lo cual caería por lo explicado anteriormente.

## 1.1.6 Movimientos del drone en relación a las órdenes del mando

Se han visto anteriormente los diferentes movimientos que puede presentar un drone y como se relacionan con las diferentes velocidades de los rotores. Para dar esas órdenes se debe “introducir un comando” en el mando a distancia, y en este apartado se dirá como se realiza cada movimiento en relación al mando.

El movimiento de guiñada se consigue moviendo el joystick izquierdo a derecha o izquierda.

El movimiento de altitud o descenso, moviendo el joystick izquierdo arriba o abajo.

El movimiento de inclinación, moviendo el joystick izquierdo a derecha o izquierda.

El movimiento de cabeceo, moviendo el joystick derecho arriba o abajo.



Comentario: Este apartado fue llevado a cabo a través de la experiencia personal proporcionada por el drone montado en la parte práctica.

## 1.1.7 Funcionamiento del sistema de seguimiento de un drone

Uno de los elementos con los que puede contar un drone es el sistema de seguimiento automático. Este sistema consiste en que el drone, sin necesidad de ser pilotado, sigue a una persona grabando sus movimientos desde una perspectiva aérea.

La base de este sistema es el GPS (Global Positioning System), que en todo momento envía información al drone de su situación y la del sujeto al cual se desea seguir.

Existen dos tipos de seguimiento principalmente, aunque solo se comentará uno de ellos. En el seguimiento cooperativo el sujeto a seguir carga con un dispositivo que le envía una cierta información al drone sobre su posición. En el no cooperativo, el drone mediante la visión y preferiblemente cierta asistencia de un operador, selecciona al objetivo al cual tiene que seguir. Este último suele utilizarse en patrullas fronterizas, control de inmigración, espionaje... en general usos no civiles, mientras que el otro (del que se va a hablar) suele utilizarse para grabar vídeos de personas en movimiento, lo que elimina la necesidad de otra persona los grabe. Esta es también la forma más sencilla de realizar el seguimiento.

Para el seguimiento cooperativo, se requiere de un módulo de comunicaciones que es instalado en el drone y un emisor de datos que carga el sujeto que se desea seguir. El drone conoce todas las variables de su propio vuelo (altura, rumbo, posición...), mientras que el objetivo transmite mediante al emisor de datos su posición y altura



Esto es entonces un problema de trigonometría, donde la altura del drone respecto a la persona representa uno de los catetos y la distancia al objetivo sería el otro.

Aplicando el teorema de Pitágoras se sabe la hipotenusa, y una vez se conocen todos los lados, el ángulo de la suspensión cardan (que es el ángulo que la cámara tiene que tener respecto al drone para grabar al objetivo y mantener un buen enfoque) se puede calcular con la siguiente ecuación:

**sin “ángulo de la suspensión cardan”= altura del drone/hipotenusa**

Como resultado el drone es capaz de:

- Conocer con antelación hacia donde nos desplazamos.
- Como debe moverse para seguirnos.
- Cuando debe inclinar la cámara para mantener al sujeto al que sigue enfocado.

Este sistema de seguimiento contempla un par de problemas:

- Si se gira muy bruscamente, es posible que el drone no sea capaz de identificar el cambio de rumbo a tiempo y en el video se pierda la visión del objetivo por unos instantes.
- Otro de los problemas sería el de perder el link de datos en algún momento, pero realmente esto es un fallo mínima, ya que el drone será capaz, en la mayoría de los casos, de retomar la conexión y seguir con el seguimiento.

### 1.1.8 Piloto automático

La base del funcionamiento del piloto automático es el GPS, al igual que en el sistema de seguimiento. Se trata de un sistema muy parecido al anteriormente explicado, y puede llegar a ser incluso más sencillo. En primer lugar, a través de un programa, se informa a la placa del drone la ruta a trazar. Aquí se deben introducir las coordenadas (altura, y posición sobre el plano, la cual se puede marcar sobre una fotografía del terreno a explorar) y la velocidad a la cual se quiere llevar a cabo el recorrido.

A través de un software, el drone interpreta las órdenes y, respecto a su posición dada por el GPS, las transforma en variaciones de velocidades de los cuatro motores para poder controlar el drone según las órdenes dadas. (Ver anexo)

El piloto automático también es usado para la función de retorno automático, por la cual un drone es capaz de volver automáticamente a su piloto cuando se le da la orden o está a punto de quedarse sin batería. Esto se realiza a través de un dispositivo normalmente incluido al mando que transmite la posición del piloto al drone, y gracias a esto el drone es capaz de trazar una ruta entre su posición y la del piloto y realizarla.

## 1.1.9 Cámara i Estabilizador

En la estructura de un drone se puede acoplar una cámara para grabar vistas aéreas de aquello que se desee. Es un accesorio de gran importancia, ya que gracias a él se le pueden dar al drone la mayoría de sus usos prácticos y de ocio. El funcionamiento de la cámara es el mismo que el de cualquier otra, pero la orden de empezar a grabar, parar de grabar o hacer una fotografía se da con el mando.

Algunos drones de juguete como el utilizado para la parte práctica, poseen una cámara, pero el material capturado es almacenado en una tarjeta de memoria y no se puede ver lo que el drone graba mientras lo graba ni cambiar el ángulo de la cámara.

Los drones más avanzados envían lo grabado a una pantalla al lado del piloto desde donde se puede almacenar la información y verla en el momento en que se está grabando (FPV).

También cuentan con un estabilizador o suspensión cardan, que estabiliza la cámara en el caso de que el drone se mueva en exceso, modificando el ángulo de grabación de esta respecto al drone. La suspensión cardan es importante para el sistema de seguimiento anteriormente conectado, y es el que le da a la cámara el “ángulo de la suspensión cardan”.



(En la foto de la derecha se puede observar la suspensión cardan)

## 1.1.10 First Person View (FPV)

Este es un componente adicional del dron de gran importancia para la mayoría de usos no relacionados con el entretenimiento, aunque también se usa en algún uso ocioso como las carreras de drones, de las cuales se hablará más adelante. Se trata de un dispositivo que permite conectar una cámara con la que el dron graba lo que ve con una pantalla normalmente portátil sujeta delante del piloto o unas gafas. De esta forma se puede ver por dónde va el dron y no es necesario mantener contacto visual con él para pilotarlo.

El sistema se llama First Person View porque esto en inglés significa “Vista en Primera Persona” y es lo que nos permite tener el sistema.



## 1.2 Usos de los drones

En esta parte del trabajo se investigará qué usos se dan a los drones actualmente, además se analizará algún uso que todavía está en fase experimental. Todos los usos se complementarán con un ejemplo práctico.

### 1.2.1 Enumeración de los usos de los drones

Usos analizados:

1-Entretenimiento

2-Seguridad

3-Socorrismo

4-Agricultura

5-Cartografía

6-Usos militares

7-Material Audiovisual

8-Envíos a domicilio

9-Substitución de tareas peligrosas

### 1.2.2 Uso militar de los drones (6): Mini dron de espionaje militar “PD-100 Black Hornet”

El modelo de dron mencionado en el título es de 10 cm de largo i 2,5cm de ancho. Este modelo específico fue vendido a las tropas británicas por 144000 euros la unidad, con el objetivo de detectar francotiradores ocultos en Afganistán. El dispositivo puede manejar en un radio de 1km, tiene 30 minutos de autonomía y cabría en un bolsillo. Imaginemos la situación:

“Nos encontramos en terreno inexplorado con nuestra patrulla y deseamos avanzar por campo abierto. Este está rodeado de colinas o edificios, con lo cual es posible que encontremos alguna sorpresa. Sacamos nuestro dron con cámara, i empezamos a volar, explorando la zona.

En el supuesto caso de encontrar al enemigo, no se podría dar cuenta de que lo hemos detectado, aunque nos acerquemos por su pequeño tamaño y mucho menos abatirlo.

Gracias a este pequeño dispositivo, se evita tener que rodear sigilosamente la zona, perdiendo tiempo y potencialmente hombres, y nos disponemos a atacar a los enemigos, con el factor sorpresa de nuestro lado. “



### 1.2.3 Uso audiovisual de los drones (7): Captura de videos de personas realizando deportes extremos

Los drones pueden ser usados para capturar material audiovisual que normalmente no podría ser grabado de forma “sencilla”. Por ejemplo, para grabar una escena que ocurre dentro de un rascacielos desde fuera de este, necesitaríamos una grúa, un helicóptero... etc. El presupuesto de esas infraestructuras es por mucho, más de lo que cuesta un simple drone, y este puede realizar la misma función con más o menos la misma calidad. Uno de los ejemplos más claros de uso, por ejemplo, es la grabación de vídeos que capturan la ruta de un deportista extremo (descenso en bicicleta, ski, snowboard...). Para la mayoría de las personas, contratar un helicóptero que grabe sus descensos por la montaña para que así los puedan ver otros, es imposible. ¿Cómo hacen para grabar los vídeos que permiten admirar sus hazañas? La respuesta son los drones.

En el trabajo se explica cómo funciona el sistema de seguimiento de un drone, y esta ese es sin duda un ejemplo de su aplicación más común. En el vídeo que encontramos dentro del enlace del anexo referente a este tema, vemos a un drone siguiendo a dos ciclistas dando saltos por la ladera de una montaña. Gracias al drone podemos apreciar una vista aérea y clara de estos, la cual en algunos montajes es contrastada con la vista en primera persona del ciclista, grabada con una cámara sujeta al casco de este. El contraste de las dos vistas es muy interesante y nos permite ver con claridad por donde está pasando la persona, así como admirar su habilidad. Sin embargo, si no contásemos con el drone solo veríamos la primera persona, y no sería ni de lejos tan impresionante como realmente es. (Mirar anexo para video explicativo)

## 1.2.4 Uso audiovisual de los drones (7): ¡Drones, cámara... y acción!

Anteriormente se ha hablado de drones que grababan personas haciendo deporte. Estos vídeos suelen acabar en Youtube, o en otras redes sociales, y tienen la función de enseñar lo que ha pasado sin más. Pero... ¿Y si se pudiese hacer arte?

Se puede dar un caso en el que se quiere grabar una película de acción en la cual el protagonista realiza un salto muy grande entre dos edificios. El director quiere que el espectador vea lo pequeño que es el personaje en comparación a los edificios, el peligro que supone el salto, etc. ¿Quién es el valiente que toma el plano suspendido en el aire? Nuestro amigo el drone.

Un ejemplo de esto es una escena de la película “Torrente 5”. En la escena, tres coches persiguen por una pista de un aeropuerto a un avión que trata de despegar. El avión realmente no está allí, y por la cantidad de postproducción que requería la escena, se necesitaba de un plano preciso y aéreo el cual se realizó con un drone. Esto se da en muchas otras películas españolas de éxito, como ocho apellidos vascos (en algún plano general del pueblo), El Niño (en la persecución con las motos de agua), Las brujas de Zugarramundi...



(Escena de Torrente 5 grabada con un drone en el aeropuerto en desuso de Ciudad Real)

Existe una empresa llevada por dos emprendedores que es la que ofrece el servicio a los directores de las diferentes películas. Se trata de “Helifilm”.

Esta empresa y sus drones operativos han participado ya en anuncios de marcas de coches como Mercedes, Louis, Vuitton o Audi, así como en películas de Bollywood y por si esto fuera poco, en el rodaje del anuncio más comentado y polémico de 2013, el de la lotería de navidad.

La razón por la cual se utilizan drones en el cine es el ahorro en tiempo y dinero que supondría hacerlo de otra manera, con una grúa por ejemplo, y es mucho más interesante una vista a 100 metros del suelo de una ciudad como Barcelona o Sevilla que la que se pueda conseguir desde el suelo. Aunque como todo también tienen sus desventajas. Aunque es más barato que otros métodos, también supone una inversión importante, ya que no cualquiera es capaz de manejar un drone para grabar la escena deseada, así que para ello es necesario un técnico o dos que se encarguen de la puesta a punto del drone y de moverlo para realizar la grabación, gastando una importante suma de presupuesto.

Por último, el problema de los drones es la legislación, la cual en algunos casos ha podido llegar a ser un problema para grabar. Según el artículo en el que se basa esta parte del trabajo (2-10-2014) hacía unos meses que se había establecido una normativa temporal, hasta alcanzar la definitiva. La normativa temporal dictaba que no se podían usar en espacios aéreos no controlados en zonas pobladas, lo que probablemente ha impedido que se hagan algunas escenas de películas las cuales querrían haber sido hechas con drones. En el trabajo se habla de la legislación de los drones, por lo tanto no se profundizará ahora en el tema.

### 1.2.5 Uso de los drones en seguridad (2): Comprobación de la seguridad en líneas de alta tensión.

Otro de los usos que se le puede dar a los drones es el de la seguridad, en el sentido de que pueden dar imágenes de sitios donde es difícil acceder sin necesidad de usar un helicóptero, con mucho menos presupuesto y con un tamaño más reducido.

Un ejemplo de este uso puede ser visto en un proyecto consistente en examinar 800 km de líneas de alta tensión en Cataluña. Este constaba de una elevada dificultad, dado que en un periodo de 50 días, se debían comprobar aproximadamente 3000 torres de tensión. El objetivo de la investigación era la detección de puntos calientes en las infraestructuras, ya que esto puede llegar a causar la dilatación del aluminio que la forma resultando en la ruptura de alguno de los cables, es decir, problemas.

Los encargados de esta misión, la cual hace honor a la frase “más vale prevenir que curar”, fueron: un helicóptero, drones del tipo THERMOS.HV2 diseñados y equipados por HEMAV, cámaras termo-gráficas, termógrafos, operadores de cámara, pilotos experimentados, navegadores y técnicos expertos en postprocesado de imágenes, quienes realizaron el informe final que se presentó a la Generalitat de Cataluña.

Una vez terminada la operación (llevada a cabo durante los meses de octubre y noviembre de 2014), un informe fue entregado al ayuntamiento de Barcelona, en el cual podíamos ver que 3347 torres de apoyo fueron inspeccionadas.

## 1.2.6 Uso de los drones en envíos a domicilio (9): Tu pedido viene volando.

Muchas veces, las personas usan la expresión “se lo llevo volando” o “lo hago volando” para dar a entender que van a llevar a cabo una acción de forma muy rápido. El caso es que es probable que esto deje de tratarse de una mera expresión para pasar a ser una realidad, por lo menos si se hace un pedido a “Amazon” o “Domino’s pizza”.

Estos gigantes empresariales han decidido contemplar la posibilidad de incorporar una nueva unidad a sus filas de repartidores, que en lugar de moverse por carretera con una scooter, va por el cielo propulsado por cuatro hélices: Los drones.

En el caso de “Domino’s pizza”, no parece que el proyecto esté muy desarrollado ni se plantee el uso práctico de los drones en un periodo de tiempo corto, aunque se está experimentando con resultados positivos (Mirar Anexo). Por el contrario, “Amazon” parece estar más avanzado en este proyecto, ya que ha desvelado la intención de hacer uso de drones para la repartición de pedidos en menos de 30 minutos. Para ello ha expresado su deseo de que se cree un espacio aéreo exclusivo para el uso de los drones. Expertos aeronáuticos americanos se han manifestado al respecto, sugiriendo que la zona sea entre los 60 y los 120 metros de altura, dejando un margen de 30 metros sobre barrera de los 120 metros en el cual no pudiesen volar drones ni aeronaves (excepto en el momento de su aterrizaje y despegue).

Los drones estarían programados para volar con un piloto automático, y lógicamente llegarían mucho más rápido a su destino que cualquier tipo de transporte por carretera.

Cabe aclarar, que estamos hablando de proyectos de futuro, que estos drones todavía están en fase experimental, y que el espacio aéreo exclusivo del que hablamos es solo el manifiesto de los expertos y no hay ningún tipo de legislación oficial al respecto.



## 1.2.7 Uso de los drones en seguridad (2): Drones armados para vigilar las calles.

Como ya se ha visto, los drones se usan para múltiples tareas de vigilancia, pero en la mayoría de casos solo sirven para proporcionar una vista aérea, y en el último comentado, transporta algo. En Dakota del norte se ha ido más lejos, y el gobierno ha puesto en marcha los primeros drones armados no letalmente para vigilar las calles.

La idea empezó como una propuesta del legislador de la Cámara de Representantes Rick Becker para buscar pruebas penales con drones no armados, pero a causa de la presión de los lobbys, el proyecto evolucionó a la implantación de armas no letales, como el gas lacrimógeno, pelotas de goma o pistolas de electrochoques. Fue una decisión muy polémica, criticada incluso por el mismo Rick Becker, pero finalmente se ha aprobado.

No puedo evitar dar mi opinión al respecto en este caso, y lo cierto es que no me parece bien que se haya tomado esta iniciativa, ya que atacar civiles con drones armados me parece desmesurado e innecesario a la vez que peligroso, ya que yo desconfiaría mucho de la precisión de un drone, y un fallo puede llevar a herir a civiles inocentes y no detener criminales peligrosos.



## 1.2.8 Uso de los drones en entretenimiento (1): Carreras de drones

Seguro que alguna vez alguien ha podido pensar en lo fascinante que es el aire, y ha fantaseado con volar en una aeronave compitiendo con sus amigos y sorteando obstáculos hábilmente y a toda velocidad. La velocidad es algo que siempre ha gustado al ser humano, sumado a la maniobrabilidad que nos permite el aire y la competición, hacen de esta una idea muy placentera.

Desgraciadamente, una aeronave no es precisamente barata ni cabe en el garaje, por lo tanto no es posible llevar a cabo esa idea. O por lo menos no lo ha sido hasta ahora. Hoy en día, se puede llevar a cabo esta actividad de forma económica y sin muchos problemas, gracias a los drones.

Entre los varios usos vistos, uno de los más comunes es el del entretenimiento, consistente en comprar drones por el simple placer que produce volarlos y maniobrar con ellos. Volar sin más es divertido, pero lo cierto es que llega un momento en el cual uno se puede cansar de volar solo y decide llamar a sus amigos. Entonces discuten sobre quién es el mejor piloto, lo que les lleva a celebrar una carrera. Básicamente así nacieron las carreras de drones, y hoy en día se ha convertido en todo un fenómeno entre los aficionados a esta nueva tecnología.

La base de estas carreras y lo que las hace tan impresionantes es el anteriormente mencionado FPV, que nos permite ver lo que capta la cámara del drone mientras está volando, y así poder manejarlo como si estuviéramos dentro.

Si se está interesado, hay sitios donde enseñan a montar drones de carreras y donde se organizan carreras, mismamente en Barcelona, i aunque el presupuesto no es precisamente bajo (un drone de carrera suele rondar los 300 euros) la diversión puede valer la pena y está al alcance de muchos.



### 1.2.9 Uso de los drones en socorrismo (3): El drone ambulancia

Hoy en día, gracias a las nuevas tecnologías, se puede contar siempre con una ayuda muy rápida en caso de emergencia, gracias a los teléfonos móviles y su gran accesibilidad. Desgraciadamente, en muchas ocasiones como puede ser un ataque al corazón, este tiempo de respuesta sigue sin ser suficientemente rápido, y un porcentaje más bajo del que cabría esperar salva la vida. Una vez más, se ve como los drones pueden ser de gran utilidad para estas situaciones.

El estudiante en Ingeniería Alec Momont, ha creado un prototipo de “drone-ambulancia”. Es capaz de alcanzar velocidades de 100 km/h, funcionar en un radio de 12km. Con un GPS, el operario del drone sabe hacia dónde dirigirlo, por tal de socorrer a la persona necesitada con un desfibrilador o el equipo médico pertinente, ya que el drone-ambulancia es capaz de transportar hasta 4 kg de peso.

Además, incorpora una cámara, micrófono y altavoces, por tal de que el especialista que lo controla pueda dar instrucciones al paciente sobre cómo actuar por tal de que el drone pueda hacer su trabajo para que el paciente se mantenga vivo mientras llegan los especialistas.

El proyecto consiste en desplegar una red de drones que podría dar socorro a cualquier persona que lo necesite en poco más de unos minutos aumentando en un gran porcentaje el número de supervivientes.

En un video (Mirar Anexo) en el cual se enseña el funcionamiento del proyecto simulando un caso real, una joven llama a emergencias porque su padre ha sufrido un infarto, y es socorrida por este drone ambulancia. Siguiendo las órdenes del operador, la joven coloca el desfibrilador en el pecho de su padre reanimándolo.

Aunque es una gran idea, todavía es demasiado pronto para llevarla a cabo ya que, en primer lugar, tendría una mala acogida por parte de algunas personas, totalmente razonable dado que siempre es mejor contar con la ayuda de un experto, y a mucha gente no le convencería la idea de tener que salvar a alguien con una asistencia por voz, ya que son temas muy delicados. En segundo lugar están las limitaciones técnicas del drone, como su precio, que supera los 15000 euros, y la imposibilidad de acceder a determinadas localizaciones.

Muchas dudas se formulan alrededor de este proyecto, y es posible que tenga algunos fallos, pero en el caso de que consiguiera lo que se propone, valdría mucho la pena incentivar su avance.

### **1.2.10 Uso de los drones en cartografía (5): Las ventajas de los drones para la cartografía.**

La cartografía es una materia muy útil y utilizada hoy en día y siempre, ya que facilita la orientación ofreciendo mapas que ayudan a viajar por determinadas zonas. Ya hace tiempo que contamos con satélites, y se han utilizado mucho en esta materia, pero ahora, los cartógrafos cuentan con una nueva herramienta: Los drones.

Los drones son capaces de ofrecer una vista aérea de la zona que se quiere representar, siendo capaces de grabar precisamente todo, y de ser necesario acercarse para tomar capturas más detalladas. En el caso de la cartografía no son una gran revolución, ya que los satélites también realizan esa función de forma muy efectiva, pero los drones se ofrecen como una nueva herramienta.

Si se quisieran comparar estos métodos, se podría decir que el satélite ofrece una gran precisión sin necesidad de realizar acciones, pero por el contrario su inversión inicial es de coste muy elevado.

El drone sin embargo, consta de la misma o menor precisión, se ha de realizar un vuelo siempre que se quiera capturar imágenes, pero la inversión inicial no es nada comparada con la de un satélite. Cabe destacar también que con el drone, el único impedimento que podemos tener para la captura de imágenes son las condiciones climáticas, mientras que la captura por satélite depende de la posición de este y puede verse afectada por la presencia de nubes.

### 1.2.11 Uso de los drones en agricultura (4): Agricultura de precisión.

La agricultura es una industria de gran importancia para el ser humano, ya que de ella depende gran parte de su alimentación, además del sustento de las personas que trabajan en el sector. Esta tarea ha evolucionado con los años, paralelamente a la tecnología, y se han desarrollado nuevas técnicas para mejorar la efectividad de los cultivos. Una de ellas ha sido la agricultura de precisión, que es posible gracias a los drones.

La agricultura de precisión consiste en el estudio detallado de las parcelas conreadas, de manera que cada solución para los distintos problemas se pueda llevar a cabo de forma localizada, ahorrando recursos y ganando efectividad, a la vez que mejorando la calidad de los cultivos, ya que los tratamientos agroquímicos son solo dirigidos donde es necesario.

Gracias al drone y sus cámaras multispectrales (que toman fotografías de los diferentes espectros de la luz como el infrarrojo, pudiendo llegar a detectar problemas que la vista humana no puede percibir) el agricultor tiene información constante de el cultivo, como la falta de agua, de nutrientes, detección de enfermedades... y puede actuar consecuentemente en el momento y la zona precisa. También es útil para la gestión, pudiendo hacer fácilmente inventario de la zona cultivada.

Los precios varían entre los 6000 y los 40000 euros, aunque también se pueden alquilar por jornadas. El peso de los drones utilizados es de 2 a 3 kg, con lo cual no suponen un gran peligro para el espacio aéreo y la normativa no aplica medidas severamente restrictivas.

### 1.2.12 Uso de los drones en entretenimiento (1): Selfies.

Todo el mundo hoy en día es consciente del fenómeno “selfie”, que básicamente consiste en sacar fotos de uno mismo o uno mismo y otras personas. Para esto se ha ideado una herramienta llamada “palo de selfie”, consistente en un palo que termina en un agarre para el móvil para poder angular mejor la fotografía. La tecnología ha ido un paso más allá en esta materia, una vez más gracias a los drones.

El “Zano” es un drone, que gracias a un software de seguimiento cooperativo (comentado en el apartado 1.1) saca una foto de la persona que lo posea y de los que lo rodean automáticamente, sin necesidad de un controlador. El dispositivo que facilita el seguimiento cooperativo es el teléfono móvil, más concretamente “Smartphone”, y además se pueden modificar las características de la fotografía desde este.



### 1.2.13 Uso de los drones en sustitución de tareas peligrosas (9): Manipulación de materiales nocivos.

La integridad física del ser humano es relativamente frágil si pensamos en tareas que se llevan a cabo temperaturas extremas, entornos nocivos, altas presiones... Además se le ha de sumar el hecho de que la vida humana es lo más valioso, y hay ciertas tareas de riesgo que se llevan a cabo poniéndola en peligro. Es por eso que una de las ventajas de los robots en general es la de poder hacer tareas sin poner en riesgo vidas humanas. Los drones no son una excepción para este caso.

Dado que su pequeño tamaño y gran maniobrabilidad, son el dispositivo perfecto para el estudio de zonas peligrosas por tal de planear como solucionar los problemas que se dan o llevar a cabo una acción en el terreno.

El ejemplo más ilustrativo de esto es el de la central nuclear “Fukushima” en Japón, en la cual se están usando drones con el objetivo de elaborar un plan de limpieza y prevenir futuras fugas.

## 1.3 Problemas de los drones

Los drones también ocasionan problemas, tanto por falta de concreción en algunos aspectos legislativos, como por la polémica levantada alrededor de su uso. Para tener una base de la que partir en el análisis de los problemas ocasionados, se explica la legislación vigente.

Cabe aclarar que en esta parte del trabajo daré mi opinión al respecto de estos temas, ya que considero que es una buena adición al trabajo contar con mi punto de vista.

### 1.3.0 Legislación a seguir para hacer uso de los drones.

Esta es la última legislación sobre el uso de drones en España aprobada el 4 de julio (en 2014). Esta legislación se aplica a los drones pilotados por control remoto de uso civil y comercial cuyo peso no supere los 150 kg.

En ella quedan reflejadas las condiciones en las que se puede realizar trabajos técnicos y científicos, como **grabación aérea, reportajes aéreos, fotografía aérea, estudios de fotogrametría, vigilancia y monitoreo y revisión de infraestructuras** entre otros.

El decreto contempla 4 puntos clave que toda empresa que desee operar con drones deberá seguir:

- Tipos de dron
- Espacio aéreo
- Seguridad
- Carnet de piloto de dron

#### **Tipos de dron**

Se establecen dos categorías iniciales: Drones con peso inferior a 2Kg. y drones con peso entre los 2Kg. y 25Kg. Para ambos es imprescindible disponer de un **carnet de piloto de drones para poder operar en España**.

En caso de los drones de peso inferior a 2kg, no será necesario que estén inscritos en el registro de aeronaves ni disponer de un certificado de aeronavegabilidad.

Para ambos tipos de dron, será necesario incluir obligatoriamente una placa identificativa con el nombre del fabricante del aparato así como los datos fiscales de la empresa que lleve a cabo dichas operaciones.

## **Espacio aéreo**

El espacio aéreo pertenece a AESA, por lo tanto debemos conseguir permiso oficial por lo menos 5 días antes de realizar cualquier operación en el aire, tanto comercial como civil.

Está prohibido sobrevolar núcleos urbanos o zonas con alta masificación de gente sin el permiso de la Agencia Española de Seguridad Aérea.

## **Seguridad**

La normativa de uso de drones civiles en España es la seguridad. Por ello, se deberá realizar un estudio de seguridad en cada una de las operaciones realizadas, y se deberá seguir un manual de operaciones siguiendo el estándar proporcionado por el ministerio.

Si se incumplen estas normativas, las sanciones pueden variar entre los 3000 y 60000 euros.

## **Carnet de piloto de drones en España**

Para que las empresas de drones como Dronair puedan operar legalmente, los pilotos deberán disponer de un carnet oficial para el manejo de drones. Si en su defecto los pilotos poseen título de piloto de drone, ultraligero u otro específico, no será necesaria dicha titulación.

A causa de que cuando se redactó la ley todavía no existían academias oficiales de pilotaje de drones bajo la tutela del gobierno, se deberá demostrar que se tienen conocimientos teóricos y algún tipo de documento o carnet oficial que acredite a los pilotos en el manejo de drones para poder llevar a cabo cualquier operación.

### **1.3.1 Incidente relacionado con un drone en Argentina**

Un ejemplo de las dificultades que puede acarrear la inclusión de una nueva tecnología puede ser vista en un incidente que tuvo lugar en Argentina, en el que podemos ver cómo por culpa de un drone, se pone en peligro la seguridad aérea e incluso se cierra un aeropuerto durante 40 minutos.

Esto se debe a que los drones dificultan el aterrizaje del avión de forma física, es decir poniéndose cerca de la zona de aterrizaje, el cual es detectado por las torres de control que no permiten el aterrizaje el avión.

Esto lleva a hablar sobre el aspecto legal de los drones, llegando a la conclusión de que en algunos países se está empezando a legislar este tema, pero en muchos otros no se contempla ningún tipo de legislación, por lo tanto puede pilotar cualquiera, lo cual es problemático.

Un ejemplo de los problemas que puede ocasionar el que cualquiera pueda manejar un dron sin ningún tipo de restricciones, es por ejemplo el caso en el que un usuario de un dron grabó a una joven tomando el sol semidesnuda en su terraza y lo subió a Internet, lo que en otra situación se podría tratar de un delito, ya que no hay autorización por parte de la joven para subir las imágenes, pero en esta es un poco más difícil, ya que al no existir ningún tipo de legislación y se encuentra en un vacío legal.

### 1.3.2 Aspecto militar de los drones

Uno de los problemas que puede ocasionar un dron (como muchos otros avances tecnológicos) es el potencial que tiene para el uso militar. Durante la historia de la humanidad, la tecnología no sólo ha avanzado a fin de hacer la vida más fácil a las personas. Una de las mayores motivaciones para la creación de nuevas tecnologías ha sido la de herir a otros seres humanos para imponer nuestros criterios.

Desde el garrote hasta la bomba nuclear, se han inventado miles de dispositivos para este propósito, pero muchos de estos inventos no sólo han servido para hacer el mal, ya que en un principio fueron creadas por la guerra y acabaron siendo útiles para la vida cotidiana (la internet sería un ejemplo) y viceversa (La pólvora se inventó primeramente por los Chinos, con el fin de hacer fuegos artificiales para animar las fiestas). Un dron es un avión no tripulado, por lo tanto se puede hacer mucho daño sin necesitar de acercarse al objetivo. Sería tan fácil como pulsar un botón, que soltara un percutor a través de una señal eléctrica, que impactara en el casquillo de una bala, encendiendo la pólvora que explotaría, enviando una pequeña pieza metálica a cientos de kilómetros por hora directa cualquier órgano vital de cualquier persona para acabar con su vida. Básicamente, matar a alguien pulsando un botón a kilómetros de distancia.

Personalmente, creo que se trata de una idea aterradora, que haría más fría y menos noble lo que ha sido la guerra todos estos años. La pregunta es: ¿Deberíamos parar el avance por el uso negativo que se le puede dar? ¿O deberíamos castigar a las personas que hacen este mal uso? Yo me quedo con la segunda, ya que es mucho más lógico castigar a una sola persona que a toda la humanidad privándola de los beneficios de la tecnología en cuestión.

### 1.3.3 El potencial negativo de los drones en entornos civiles

El titular de la noticia comentada es: “Un adolescente publicó en internet un video que en pocas horas se volvió viral pero que ahora le puede traer problemas con la justicia de Estados Unidos: era un drone disparando una pistola”

La noticia explica como un joven estudiante de ingeniería mecánica de 18 años llamado Austin Haughwout, acopló un arma de fuego (una pistola) a un drone, y subió un vídeo en *You Tube* donde efectuaba cuatro disparos en un bosque mientras el drone volaba. El vídeo se hizo viral y rápidamente alcanzó los dos millones de visitas.

Esto generó un debate sobre el uso de estos dispositivos en el ámbito civil y puso en evidencia la falta de legislación sobre el tema. Las autoridades tomaron medidas, y aunque la noticia no lo especifica, el joven puede llegar a tener problemas con la justicia.

El padre acusa a los medios de querer infundir miedo en la población, con tal de crear sensacionalismo por medio de utilizar una terminología incorrecta a la hora de nombrar el aparato. Dice también que esto no es algo nuevo, ya que los “drones” (cuadricópteros a control remoto) existen desde hace ya tiempo, y que no cualquiera sería capaz de hacer de ello un arma, ya que su hijo es un estudiante de ingeniería y está acostumbrado a construir todo tipo de aparatos.

La Administración Federal de Aviación estadounidense ha tomado cartas en el asunto, y cooperará con la policía para comprobar si el montaje del drone y lo mostrado en el video viola algún tipo de legislación ya impuesta.

Los expertos en la materia coinciden con que EEUU lleva un evidente retraso en la legislación de drones civiles, incluso siendo pioneros en el montaje de drones (ahora sí, DRONES) para el uso militar.

Mi opinión al respecto es que esta noticia ilustra lo peligrosos que pueden llegar a ser los cuadricópteros civiles si se dispone de los medios necesarios, aunque hay que tener en cuenta un punto muy importante. Nos encontramos en EEUU, uno de los países con legislación más permisiva respecto las armas de fuego. En otros países sería impensable que un joven de 18 años tuviese acceso a cualquier arma de este tipo, por lo tanto podríamos llegar a la conclusión de que este caso se ha dado por culpa de la mala legislación en cuanto a armas de fuego, y poco tiene que ver con los drones.

Conclusión: Aunque todavía hay que cubrir muchos puntos en la creación de leyes sobre los drones, en el caso de EEUU eso no es el mayor problema de sus problemas legislativos.

### 1.3.4 Los vídeos de You Tube y el sensacionalismo

Dentro del debate del peligro de los drones, siempre está la persona que afirmará haber visto en You Tube vídeos de lo peligroso que pueden llegar a ser. Bien es cierto que muchos de ellos son reales. Bien es falso que todos lo sean.

El vídeo propuesto para el comentario es del famoso You Tuber FPS Russia (más de cinco millones de suscriptores), el cual se dedica a subir vídeos de él disparando a objetivos con pesados artefactos de guerra (de revólveres, a morteros, a tanques). En él podemos observar como un drone, con una supuesta ametralladora con 100 balas en el cargador, derriba unos muñecos que representan ser personas bajando una colina.

Más adelante hace lo mismo con otros muñecos disfrutando de una partida de póker en una casa, hasta que en el final del vídeo el drone se autodestruye, volando un coche por los aires. Este vídeo podría ser polémico y un ejemplo de lo peligrosos que pueden llegar a ser los drones y como cualquier persona con una Tablet puede llegar a manejarlo (ya que si se maneja con una Tablet, no puede ser muy complicado).

Por mucho que lo pueda parecer este vídeo no es polémico en absoluto. Ya que lo que vemos es un montaje.

En primer lugar, hoy por hoy con la tecnología presente, es inviable que un drone de las dimensiones del vídeo levante semejante arma con semejante cargador, se trata de demasiado peso, así como levantar la cantidad de explosivo necesario para hacer explotar un coche de esa forma. Otro de los factores que delata que se trata de un vídeo falso es que, en el caso de que se pudiese levantar el arma con el drone, el retroceso lo desestabilizaría y haría caer, o por lo menos ejecutaría unos disparos demasiado imprecisos como para poder alcanzar a ningún objetivo. Por último, en el vídeo todos los objetivos explotan de una forma muy extraña y que no se corresponde con los disparos ejecutados, además de que la vista desde el drone no parece realista.

Este vídeo trata básicamente de publicidad, ya que está patrocinado por Activision, compañía creadora de videojuegos poseedoras de la saga "Call of duty", un popular videojuego del género de los FPS (First Person Shooter, en castellano, Juego de Disparar en Primera Persona). En el videojuego el usuario es un soldado, al cual lleva a cabo misiones del ejército, aunque también permite combatir en línea con otros jugadores del mundo. Uno de los artefactos que podíamos usar en la nueva entrega del juego era este drone. Misterio resuelto pues.

El problema de este tipo de vídeos (interesantes de ver), son las personas que no analizan fríamente lo que están viendo y lanzan sus noticias por tal de “proteger a la humanidad” exagerando al máximo lo que ven para crear cierto sensacionalismo y asustar a la población. (Mirar anexo)

Un ejemplo de este tipo de noticias sería el de un artículo llamado “Death from above”, en castellano “Muerte desde arriba”, que habla del drone que se ve en el video como si fuese de verdad. Lo único que podría matar desde arriba un drone así, es unos cuantos píxeles en la pantalla de un niño de 14 años.



(Captura del modo online del videojuego en la que vemos el drone)



(Imagen extraída del video de FPS Russia en la que podemos ver que efectivamente se trata de una maqueta del mismo dispositivo)

### 1.3.5 Los peligros de no respetar las normativas.

Muchas veces se puede llegar a pensar que el aire es una zona no regulada por la que se puede circular libremente sin ningún tipo de miramientos, ya que no es posible que pase nada por lo poco transitado que está, y en el caso de que viéramos algo, se tiene tiempo para reaccionar. Hasta ahora esto no ha sido un problema, ya que las personas de a pie no tenían forma de ocupar el espacio aéreo. Con los drones, esto ha cambiado, y cualquiera puede ocuparlo sin necesidad de un gran presupuesto.

El problema está en que se trasladan conceptos antiguos sobre el aire, pensando que el espacio aéreo es un sitio donde no se puede hacer daño a nadie. Esta idea es totalmente errónea, en primer lugar por las consecuencias que puede tener perder el control del dron y que caiga sobre una persona, y en segundo lugar porqué el espacio aéreo debe ser respetado según la normativa.

Antes de seguir, quiero aclarar que estoy hablando de drones de cierta envergadura que alcanzan altitudes de 100 metros o más, con lo cual las fuerzas del orden no se van a llevar presa una persona que esté volando un helicóptero teledirigido diez metros por encima de un parque sin demasiadas personas en ningún caso.

Un ejemplo de los peligros de manejar un dron de gran envergadura sin autorización es el caso de un incendio en una carretera de Los Ángeles. Un incendio masivo, provocado por una ola de calor, llegó a atravesar una carretera, obligando a la gente a salir de sus vehículos. Cuando los helicópteros bomberos llenos de agua llegaron al lugar de los hechos se encontraron un problema: Cinco drones sobrevolaban el lugar.

La normativa dicta que cuando un helicóptero detecta un dron, debe aterrizar lo antes posible, ya que la colisión con uno de estos con las hélices puede llegar a derribarlo. La operación se vio retrasada 20 minutos por culpa de los drones no autorizados probablemente haciendo un vídeo de lo ocurrido. Varios coches fueron calcinados por culpa de este retraso.

En el caso comentado se trataba de coches, y por suerte no hubo heridos, pero podríamos hablar perfectamente de un lugar en llamas con gente atrapada, en el cual este retraso podría llegar a costar vidas humanas.



(Cartel de aviso para los usuarios de drones)

# 2. Análisis práctico de un drone

El funcionamiento del drone se comprenderá mucho mejor a través del análisis práctico. Se consiguió un drone estropeado con el propósito de identificar sus componentes, reparar la avería y diseñar una carcasa para contener el mecanismo.

El objetivo de la práctica es demostrar que el drone puede elevarse con una estructura muy sencilla. Los problemas de estabilidad que pueda tener pueden venir dados tanto por la inclinación de la placa, como la de los motores o incluso por una mala distribución del peso. Con esto se quiere decir, que aunque no se consiga que el drone vuele perfectamente se dará por válida la prueba, por la complejidad que pueda suponer la estabilización. Esta estabilización se intentará hacer desde el mando, ya que incluye unos botones para solucionar este tipo de problemática.

## 2.0 Base del trabajo

La base del trabajo es un cuadricóptero NINCOAIR, modelo NANO, defectuoso adquirido en “Els Encants Vells”, un mercado situado en la “Plaça de les Glòries” donde se pueden encontrar artículos de segunda mano y nuevos. El drone funciona correctamente, excepto por un motor, el cual se pretende cambiar. El siguiente paso será diseñar una carcasa igual o menos pesada que el drone que viene de fábrica en la que se pueda acoplar la placa y los cuatro motores. En la placa base está incluida la controladora y la batería, y luego los cuatro motores están conectados a ella.

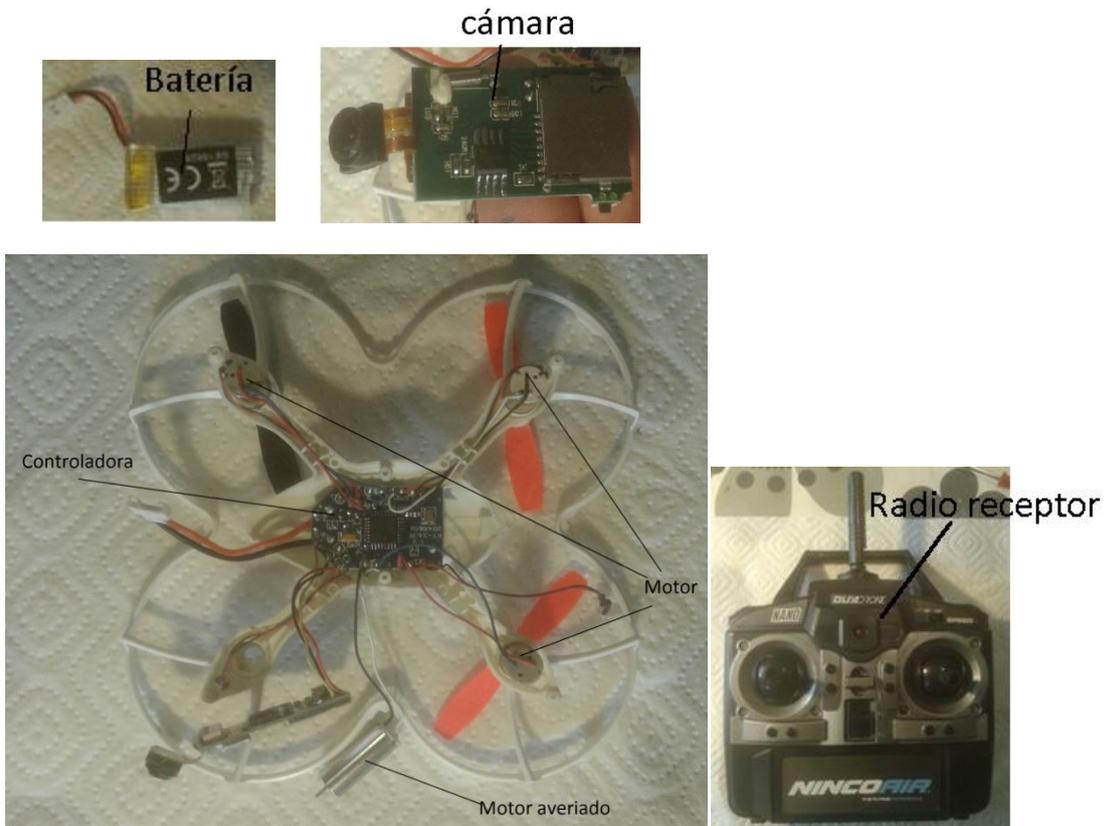
Cuando se abra el drone se averiguará por qué no funciona. Si se puede, se arreglará el motor. Si no tiene arreglo, se comprará uno de repuesto y se empalmará con los cables del antiguo. (MIRAR VIDEO DEL TEST 01 del anexo 4.2).



Esto es lo que había en la caja del drone: un drone, el mando, el cargador del drone y dos usb con tarjeta de memoria para la cámara. El coste ha sido de 10 euros.

## 2.1 Identificación de componentes

Después de abrir el drone para la identificación de sus componentes y reparación, se observó lo siguiente:



En las imágenes se pueden distinguir todos los componentes que forman el drone, que ya se han comentado anteriormente. Estos son:

**Motores, hélices y ESCs (Motores):** Se trata de la parte del drone que transforma la electricidad dada por la batería en el movimiento rotacional de las hélices que permiten que se eleve y vuele.

**Controlador de vuelo (Controladora):** Se trata del cerebro del drone. Recibe las órdenes de la controladora y el programa de estabilidad, que funciona mediante un giroscopio.

**Batería:** Proporciona electricidad a los motores.

**Radio receptor:** Envía los comandos sobre como moverse al drone, y estos son recibidos y procesados por la controladora.

El dron adquirido tiene los elementos necesarios para funcionar, pero tiene el motor averiado. También lleva una cámara, en la que se puede introducir una tarjeta de memoria. La cámara empieza a grabar con una orden dada desde el mando. La cámara no será añadida al proyecto final, de hecho, en el proceso de substitución del motor será probablemente eliminada para simplificar al máximo la placa.

## 2.2 Carcasa

### Densidad del material utilizado

La carcasa que se ha de fabricar ha de pesar menos que la carcasa del drone tal como viene de fábrica, ya que si pesa más, los motores no serán capaces de levantarlo. Para eso se analizarán el peso y volumen de la carcasa del drone, y teniendo en cuenta el volumen del aparato y la densidad de diferentes materiales, se verá cuál será el material más apropiado. (Medidas en milímetros)

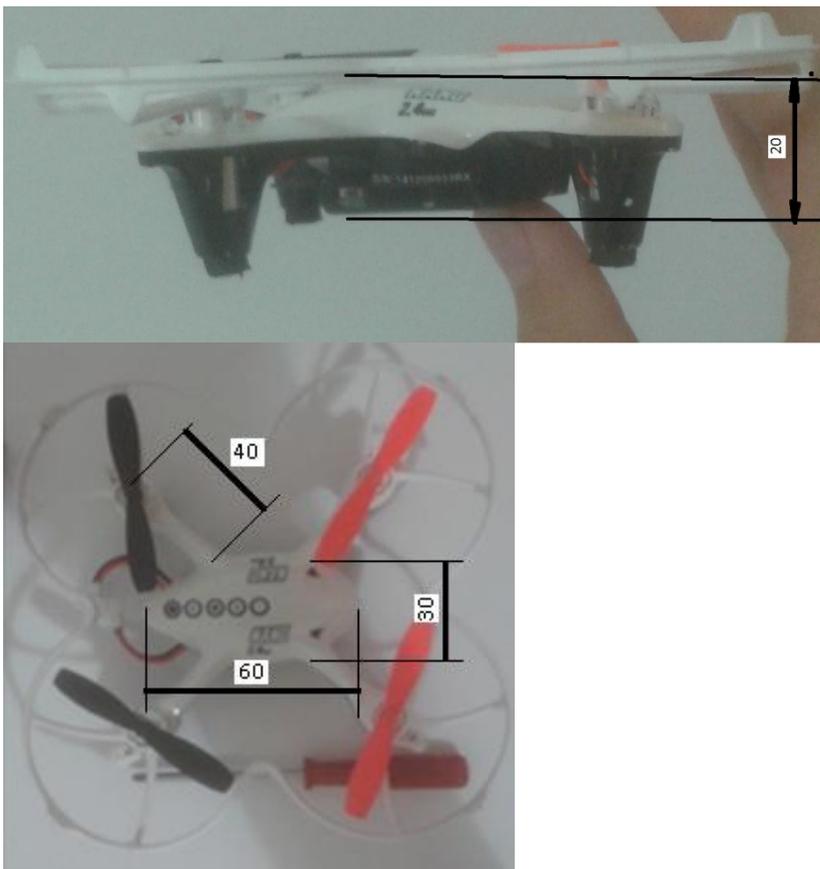
Peso del drone completo: 61 gr.

Peso de la carcasa: **10 gr.**

Volumen: Tronco:  $30 \times 60$  Extremidades:  $40 \times 5$  Anchura general: 20

Volumen total:  $(30 \times 60 + 4 \text{extremidades} \times 40 \times 5) \times 20 = 52 \text{cc}$

“Densidad de la carcasa del drone”: 0.19 gr/cc



El material escogido para la carcasa es una placa de madera muy ligera comprada en Abacus por un euro. La densidad de la placa es de 0,27 gr/cc, pero teniendo en cuenta

las dimensiones del drone, la diferencia de peso no será un problema para su funcionamiento

A continuación, se hacen los planos de lo que será la carcasa. Ha sido la parte más difícil del trabajo, ya que se ha tenido que pensar en cómo se sujetarán la placa y los motores (y si puede ser la cámara). Las condiciones técnicas que se han tenido que seguir han sido las siguientes:

- Equidistancia de motores, ya que la placa no está hecha para tener los motores en otra distribución y se hubiera desestabilizado el drone.

- Paralelismo de la placa respecto al motor, ya que, de no ser así, el giroscopio de la placa que detecta la inclinación del drone, aunque este hubiera estado recto, hubiera detectado que estaba torcido, y lo hubiera intentado estabilizar, haciéndolo caer.

La placa se diseña totalmente plana, ya que no se sabe trabajar material en volumen:

## Diseño de la carcasa

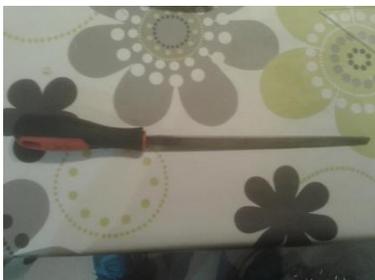
### Primer intento

Herramientas:

- Segueta



- Lima



-Papel de lija



-Pegamento de contacto



Sargento

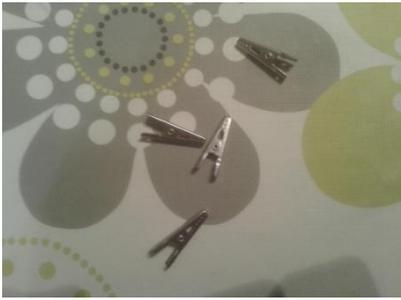


Material:

Plancha de madera

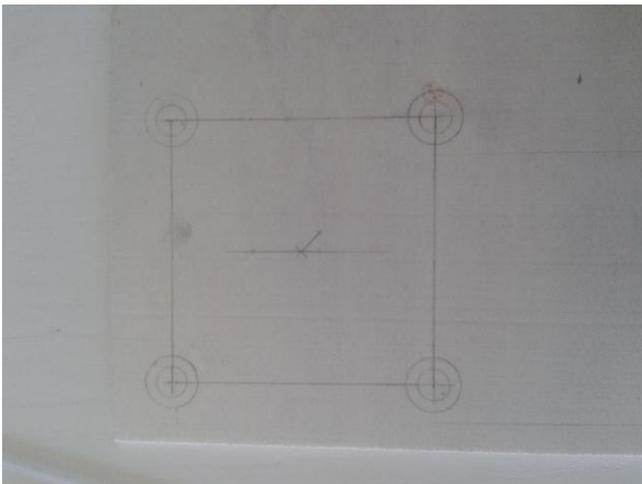


## Pinzas eléctricas

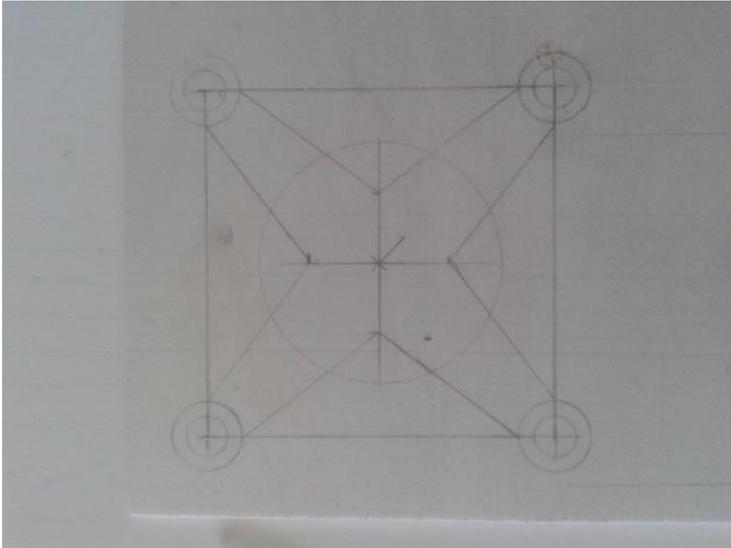


## Proceso de fabricación

1. En primer lugar se hace un cuadrado de lado 65mm. En los vértices del cuadrado se sitúan los motores, los cuales equidistarían gracias a las propiedades del cuadrado.
2. Se dibujan dos circunferencias concéntricas de 6 i 4mm de radio. Se usa una broca de 8mm de diámetro para vaciar las circunferencias interiores, donde irán situados los motores.



3. Para las patas de los motores, se trazan líneas perpendiculares a los lados del cuadrado que ha de pasar por el centro, y se marcan cuatro puntos a 13mm del centro en cada uno de los segmentos. Desde los puntos marcados se dibujan líneas hacia los puntos donde las circunferencias exteriores de los vértices se cruzan con los lados, de forma que se junta el punto a la izquierda de la cruz central con los puntos de arriba y abajo del lado de la izquierda que cruzan las circunferencias exteriores y así con todos. Por último se traza una circunferencia desde el centro del cuadrado de 22mm (Ver imagen explicativa)



Se recorta la figura en la madera, usando una segueta, y una lima para repasar todo. Los agujeros del motor se hacen con una broca de diámetro 8 mm.

Este es el resultado final. No es demasiado estético ni preciso, lo cierto es que mi destreza a la hora de usar la segueta es muy limitada, y lo mismo con la lima. Lo importante es que los motores equidisten y tengan espacio debajo para liberar el aire, con lo cual la carcasa hará su función, que es lo que se propone.



Comentario: Se cometió el error de no agujerear la plancha de madera antes de recortarla, por lo tanto se rompió al hacer los agujeros con el taladro y fue recortada de nuevo, con los agujeros hechos previamente en la placa. Por eso fue utilizada como apoyo y se ve así en la fotografía



## Segundo intento

El proceso a seguir es el mismo que el del primer intento, con la diferencia de que la circunferencia exterior a la de los orificios de los motores es de 9mm en lugar de 6 para que la estructura sea más sólida y los agujeros se hacen en la plancha de madera antes de recortarla. Además se dispone de un sargento prestado por el instituto. Con la segueta y la lija, se recorta la figura en la madera. Para ajustar los agujeros al diámetro del motor se usa papel de lija enrollado



Se presenta el problema de que las pinzas quedan elevadas respecto a la base por culpa de un pequeño tornillo que llevan. Para facilitar el encolado y fijar su situación, se hacen unas muescas en la madera con un cuchillo.



A continuación, después de probar si todo el mecanismo cabe correctamente, las pinzas se encolan a la carcasa.



La foto de la derecha muestra la prueba hecha para comprobar que el mecanismo cabe correctamente dentro de la carcasa diseñada (las hélices están mal colocadas). En la otra foto se observan las pinzas ya encoladas.

A continuación, se encola la caja de la batería



Esta es la carcasa entera, a la cual fue acoplada el mecanismo, el mismo día de su construcción (lo que no significa que el trabajo se hiciera en un día, ya que se hizo un intento previo y la idea tardó mucho tiempo en acabar de formularse, al igual que la compra de material y herramientas). No se dispone de una foto de la carcasa completamente vacía, ya que el montaje de los motores y la placa se realizaron antes de encolar la caja de la batería.

## 2.3 Motor

El dron comprado funciona perfectamente excepto por un motor que no responde a las órdenes del mando. Esto puede ser porque el motor está averiado, o bien porque la placa no funciona. En el segundo caso no se hubiera podido hacer nada, por lo tanto se comprueba primero si es el motor lo que falla, ya que si es el motor, es muy improbable que la placa también esté rota.

Para esta comprobación se utiliza una pila y dos cables. Se coloca un cable a cada extremo de la pila, y uno por uno se prueban los motores. Todos responden excepto el que está averiado, por lo tanto ya casi se está seguro de que el problema es solo el motor. Para comprobar del todo que el problema no es la placa se usa un multímetro, comprobando si la corriente pasa entre las dos conexiones del motor.

La prueba con el multímetro es un éxito, y se determina que pasan de 2 a 3 voltios por el motor (la batería era de 3,7 V). También se observa que el motor se calienta, lo que confirma que la placa base no es un problema, ya que cuando los motores se calientan significa que están atrancados y actúan como una resistencia que sube la temperatura cuando la electricidad pasa a través de ella.

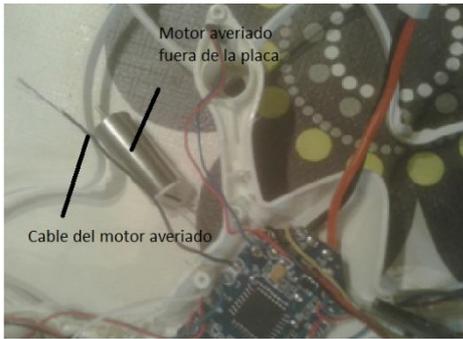
El siguiente paso es substituir el motor antiguo por otro nuevo.

El motor se compra en una pequeña tienda en la esquina de la calle Ecuador con la calle Berlín. El motor cuesta 4 euros, pero se ha de comprar otro porque el primero se rompe al enseñarlo en otra tienda, por lo tanto el coste del proyecto, de momento, es de 18 euros.

### **Empalme de los cables**

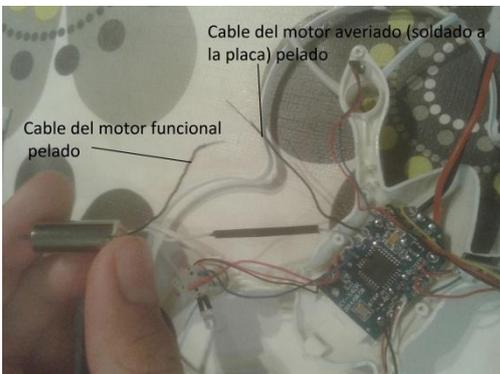
Para empalmar los cables, se usa: un termo retráctil, un motor funcional, unas tijeras y las uñas.

- En primer lugar, se retira el motor averiado haciendo uso de unas tijeras y dejando el máximo trozo de cable posible del antiguo para que no haya problemas al hacer el empalme



-A continuación, se pelan con la uña los cables del motor nuevo y los del motor antiguo soldados a la placa, ya que se trata de cables demasiado pequeños y sería ridículo usar alicates o pelacables, además de que probablemente los acabaría cortando.

-Se cortan dos trozos del termo retráctil y se hacen pasar los cables de la placa por él (Se ve mejor en las imágenes).

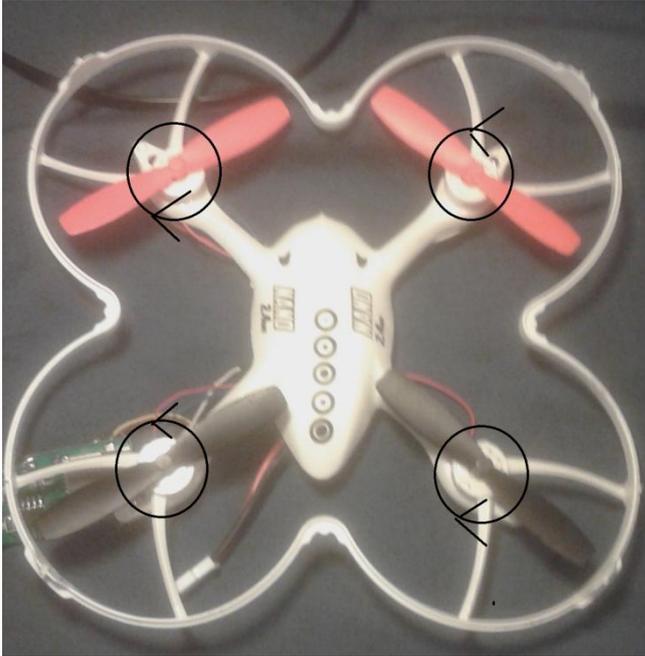


-Se enroscan los cables seccionados del motor antiguo con el nuevo, cada uno con su color. Aunque es muy improbable que sea así, el color de los cables no tiene porque indicar su polaridad. Por eso, antes de seguir, se comprueba que el motor gire en el sentido correcto, que es el mismo sentido en el que gira su pareja diagonal.

-Una vez enroscados, se sube el termo retráctil hasta el empalme y se le da calor con un encendedor para que se contraiga y haga de aislante. Así se asegura el empalme y se evitan problemas.



-Por último, se monta el dron de nuevo para comprobar que la reparación ha sido un éxito y se da por terminada esta parte del trabajo. Falta solo acoplar el mecanismo a la carcasa de diseño propio.



(Después de la reparación, los motores superior derecho y inferior izquierdo giran en sentido antihorario y los otros dos en sentido horario)

Gracias a esta práctica se observa que los motores con el cable blanco y negro giran en sentido antihorario, mientras los de los cables rojos y azules giran en sentido horario

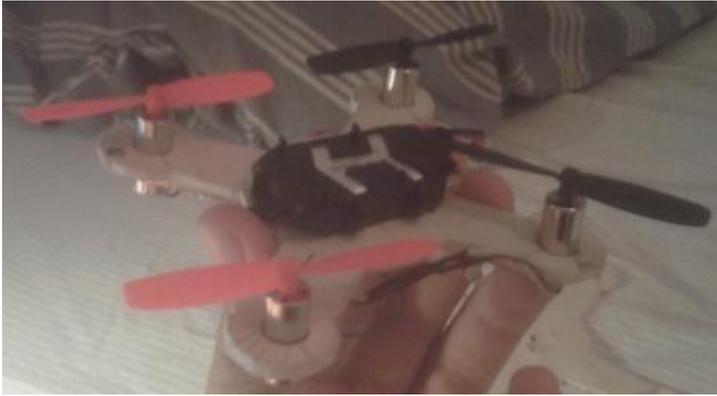
Los cuatro motores se mueven y el dron se eleva: la sustitución del motor es un éxito total y absoluto. (Mirar video del test 02, anexo 4.2).

## 2.4 Acoplamiento del mecanismo a la placa

Los motores se colocan en el agujero de su mismo diámetro. En el centro (del lado de las pinzas), la placa pegada con blue tac como única solución aparente, ya que la micro tornillería necesaria es difícil de conseguir y se teme dañar la carcasa. El cableado queda suelto, ya que no se necesita fijar por razones de tamaño. La batería está situada en el lado de las hélices, metida en el contenedor del antiguo drone que está encolado a la carcasa. La cámara es eliminada de la placa por falta de espacio y las luces se añaden a la parte de atrás de las pinzas junto a los motores. La antigua cabeza del motor (parte no puntiaguda) está ahora situada entre las hélices naranjas como en el modelo de fábrica. De hecho todo está montado igual que en el modelo de fábrica, para que funcione como dicta el mando.

(Imágenes explicativas)





Con esto se termina el montaje del drone. El peso final del drone es de 50 gr, por lo tanto es capaz de elevarse, ya que la potencia de los motores ya conseguía elevar el de fábrica, de peso incluso mayor. Se intenta corregir la falta de estabilidad, y finalmente se consigue parcialmente a través de los botones del mando y la calibración de la altura de los motores. (Mirar video de los últimos tests en el anexo).

# 3. Conclusión

Estoy bastante contento con los resultados obtenidos en el trabajo. Creo que la parte teórica cumple el objetivo marcado de ser una gran fuente de información sobre los drones, tanto para su funcionamiento, como usos y problemas que puedan ocasionar. Estoy convencido de que cualquiera que quiera informarse sobre lo que son los drones puede encontrar en mi trabajo información suficiente para solucionar cualquier tipo de dudas, ya que se contemplan muchos aspectos de estos. Bien es cierto que se ha dejado fuera del trabajo muchas materias interesantes de los drones, ya que el volumen de contenido en la red es inmenso, pero sin embargo se ha conseguido añadir lo que yo considero que es más importante e interesante.

También estoy conforme con los resultados del trabajo práctico. Lo cierto es que al principio (como se puede ver en el diario) pretendía montar el drone comprándolo por piezas, pero más adelante me di cuenta de que suponía una gran suma de dinero y al fin y al cabo no sabía si iba a funcionar. El nuevo trabajo práctico que se planteó y el definitivo, me pareció mucho más razonable y me vi capaz de hacerlo, aunque también tuve mis dudas y problemas. Al final se demuestra lo pretendido, que las condiciones para que un drone vuele no son muchas, y a nivel mecánico es bastante sencillo, pudiéndose conseguir que vuele con una carcasa muy básica. En un futuro, cuando consiga los conocimientos necesarios y con más tiempo, me gustaría hacer mi propio drone desde cero, y la experiencia ganada con este trabajo me será de gran ayuda.

En definitiva, estoy satisfecho con los frutos que ha dado mi esfuerzo, y creo haber conseguido desarrollar un trabajo competente, con el que alguien pueda aprender algo nuevo a través de su lectura.

# 4. Anexos

## 4.1 Calendario del Trabajo de Investigación

### Día 25 de Mayo

Empiezo el trabajo, planteando los tres bloques del trabajo de investigación, siendo estos: "Uso de los drones", "Problemas de los drones" y "Futuro de los drones". Encuentro el video del problema con el drone en el aeropuerto de argentina, hago la reflexión sobre el uso militar de los drones, comento el primer ejemplo de uso de los drones militares y encuentro una página en la que la gente discute sobre el tema, puede ser me sirva más adelante.

### Día 4 de Julio

Entro en la página donde la gente discute sobre drones. Explico que quiero hacer y solicito ayuda de los más expertos de la página.

### Día 5 de Julio

Recibo la primera respuesta de la página contestando afirmativamente a mi petición, todo y que sin la lista de componentes pedida. Busco y encuentro la lista de componentes básicos y escribo su definición. Necesitaré ver qué tipo de pieza compraré y cómo hacer el montaje, pero ya lo veo bastante claro. Envío una respuesta agradeciendo la atención y haciendo algunas preguntas más para llevar a cabo el montaje del drone. He pensado en comprar un pequeño drone de juguete llamado "Cheerson CX-10" para empezar a familiarizarme con el pilotaje y potencialmente desmontarlo para identificar los componentes y volverla a montar, práctica que sería añadida al trabajo con una memoria (fotos , explicaciones pasos ...) Le he comentado al usuario de la página y cuando hable con mi tutor haré lo mismo. Mañana tengo buscar noticias e información para la parte teórica

### Día 30 de Julio

Abro un nuevo Word llamado "Explicación del funcionamiento de un drone y sus partes, y cuento a partir de un vídeo cómo funciona el sistema de seguimiento

## Día 1 de Agosto

Explico cómo se relaciona el movimiento del cuadricóptero con la combinación de las velocidades de los cuatro diferentes rotores

## Día 15 de Agosto

Veo la noticia del joven de los EEUU que hace el video del drone con la pistola, el cual comento y añado en la sección de "problemas de los drones"

## Día 16 de Agosto

La noticia del estudiante de los EEUU me hace pensar, y busco otros vídeos de drones combinados con armas. Sin hacer mucha búsqueda encuentro el montaje del drone con la ametralladora montada, y tras encontrar una noticia que hablaba del vídeo como si fuera verdad explico por qué no lo puede ser y como la prensa utiliza el sensacionalismo para crear polémica.

## Día 2 de Septiembre

Busco información sobre el uso audiovisual de los drones, encontrando un ejemplo de uso en la grabación de deportes extremos y el otro en la grabación de películas españolas exitosas y populares.

## Día 15 de Septiembre (Reunión con el tutor)

Se lleva a cabo una reunión con el tutor en la que el tutor sugiere trabajar algunos puntos, mejorar otros ya tratados y empezar ya con el trabajo práctico. Tengo que decidir entre programar yo mismo la controladora o comprarla hecha

## Día 28 de Septiembre

Tras la evaluación de pros y contras decido comprar la controladora hecha, y encuentro el programa y la placa que seguramente me harán el servicio. Trabajo también una noticia sobre drones creados para comprobar la seguridad en las líneas de alta tensión.

## Día 17 de Octubre

Cambian nuevamente los planes para el trabajo práctico. La semana pasada fui a "RC-Tecnic", una tienda especializada en todo tipo de radiocontroles. Me enseñaron como era un dron por dentro, y me dijeron que si quería montar un dron de juguete, lo mejor era comprar uno ya hecho, desmontarlo, y trabajar en una carcasa para sostener los cuatro motores y la placa.

Para conseguir el dron, me he desplazado a los encantos, donde he encontrado un ejemplar perfecto para el trabajo con un motor defectuoso. Se lo compré a una persona que vende los ejemplares defectuosos de la fábrica NINCO muy bajos de precio. Pienso arreglar o substituir el motor, para después acoplar motor y placa con carcasa y dar por finalizado el trabajo práctico. Saqué la idea de ir a los encantos de una tienda de juguetes teledirigidos que se encuentra cerca de mi casa.

## Día 18 de Octubre

Comienza el trabajo práctico. Tomo medidas del dron y compruebo su peso en la web oficial, para más adelante saber cómo tengo que hacer la carcasa y la densidad del material que utilice para que el conjunto pese lo mismo o menos que el dron que viene de fábrica. Compruebo también las piezas que lo forman exactamente en la página oficial, que me ayudará a la identificación de componentes y también en la búsqueda del motor que tengo que cambiar (referencia del producto) con lo que los siguientes pasos serían:

- Desmontar el dron para la identificación de componentes y saber cuánto ha de pesar la carcasa que haga
- Buscar el motor y substituirlo mediante un empalme por el que no funciona
- Acabar el trabajo teórico
- Buscar a alguien para entrevistar en el trabajo de campo
- Diseñar y hacer la carcasa

## Día 20 de octubre

Abro el dron y hago la identificación de componentes además de comprobar medir el voltaje que pasan por el motor, confirmando que el problema es este y la placa funciona correctamente

## Día 2 de noviembre

Hoy he salido a buscar el motor, el cual he encontrado por 4 euros en una tienda muy cerca de mi casa que podría usar en un futuro, y me he puesto en contacto con "Scopic" para que me ayuden con la carcasa. También he estado en una tienda de impresión 3d, pero no nos hemos entendido, ya que me quieren diseñar ellos la carcasa y además de no tener mérito estoy seguro de que es muy caro.

Queda:

- Substituir el motor mediante un empalme
- Acabar trabajo teórico
- Buscar y entrevistar a alguien para el trabajo teórico
- Hacer la carcasa y montarla

## Día 3 de noviembre

Se ha enviado el e-mail a Scopic pidiendo ayuda con la carcasa

## Día 4 de noviembre

Se recibe respuesta de scopic, me van a ayudar con mi proyecto pero no se sabe cuando.

## Día 6 de noviembre

Resumo la legislación de los drones en España

## Día 7 de noviembre

Reúno toda la información en un mismo Word, con un índice, introducción y tapa y la envío a mi tutor del TR

## Día 8 de noviembre

Recibo la respuesta de mi tutor con las correcciones, en las que sugiere adaptar mi estilo a uno más formal, hacer modificaciones en la introducción, y quitar los hipervínculos en todo el texto.

## Día 11 de noviembre

Me pongo en contacto con el seminario de castellano (Maria Dolors Massa) para que me ayude con las modificaciones en la redacción del trabajo. Soy citado para el día 16 de noviembre

## Día 13 de noviembre

Recibo la respuesta de scopic, que me citan para el 21 de diciembre. Respondo que es demasiado tarde y aguardo su respuesta, aunque empiezo a pensar en comprar materiales para hacerlo sin su ayuda, ya que no tengo tiempo de esperarme a recibir una nueva respuesta. Arreglo el tema de los hipervínculos en el texto.

## Día 15 de noviembre

Añado fotos en algunos apartados de TR y empiezo a solucionar los problemas de estilo informal de la redacción

## Día 16 de noviembre

Hablo con Maria Dolors (del seminario de castellano) y nos da tiempo a corregir toda la introducción y sugerir algunos cambios en el orden del trabajo por tal de que sea más lógico. Quedamos para hablar más adelante porque faltan aspectos que corregir. Al llegar a mi casa cambio el orden según las recomendaciones del seminario de castellano y añado el apartado de “envíos a domicilio” en “Usos de los drones”

## Día 28 i 29 de noviembre

Se han añadido los apartados de: “Drones armados para vigilar las calles”, “Carreras de drones”, “El dron ambulancia”, “Las ventajas de los drones para la cartografía” en “Usos de los drones” i el apartado “Programa de Estabilidad” en “Problemas de los drones”.

Respecto al trabajo práctico, se ha comenzado la carcasa, haciendo los cálculos para la densidad del material, las medidas y los planos. Lo cierto es que se ha ido comprando los materiales desde antes, pero hoy se ha realizado la acción de recortar la figura en la plancha de madera. Desgraciadamente, al hacer los agujeros con la broca se ha astillado, ya que los tendría que haber hecho primero en la placa y no con la figura ya recortada. Lo haré mañana y los sé para la próxima

## Día 30 de noviembre

Finalización del trabajo práctico y corrección de toda la memoria. Ya solo queda un texto en el apartado de “Usos de los drones” y explicar varias cosas que he ido aprendiendo en la parte de “Funcionamiento de un drone”. Después de todo esto haré la conclusión.

## Día 1 de diciembre

Se empieza a dar por finalizar el trabajo escrito, arreglando los problemas de expresión de los textos así como redactando el Trabajo práctico. Se añade el apartado de “Uso de los drones en agricultura” en “usos de los drones”

## Día 2 de diciembre

Se añade una gran cantidad de apartados en “funcionamiento de los drones”:  
“Programa de estabilidad”, “Piloto automático”, “Explicación de la elevación del drone y criterio de giro de las hélices”, “Cámara i estabilizador”, First Person View (FPV)

## Día 3 de diciembre

Sigue el añadimiento de apartdos, los dos últimos en “funciones de los drones” y los dos últimos en “usos de los drones”

## Día 4 de diciembre

Quedo de nuevo con Maria Dolors para repasar el tr. Se corrige toda la memoria y algunas otras partes, pero me sirve de pauta para corregirlo en casa. Añado algunas imágenes y sigo arreglando cosas. Falta hacer una pequeña descripción de cada link, la contextualización en la introducción que haré mañana, y la conclusión

## Día 6 de diciembre

Últimas correcciones del trabajo escrito. Se realiza la explicación de los links del trabajo, y se explica de que trata la página a la cual pertenecen.

## Día 7 de diciembre

Finalización del borrador definitivo del trabajo práctico sin el índice por problemas con el programa. Grabación del test 05.

## 4.2 Enlaces relacionados con el trabajo

### **Partes básicas de un drone**

Esta es la página web de la cual se sacó la información para este apartado. La página se llama “droning”, y se dedica a crear artículos informativos sobre drones:

<https://droningpage.wordpress.com/2014/10/19/que-partes-componen-un-drone-multirotor/>

### **Funcionamiento del sistema de seguimiento de un drone**

Video en youtube donde se explica el funcionamiento del seguimiento de un drone:

<https://www.youtube.com/watch?v=a7nI8X9-A3w>

### **Piloto automático**

Video donde se puede observar como una persona programa un drone para que trace una ruta, y luego como el drone traza esa misma ruta indicada visto desde su cámara integrada: <https://www.youtube.com/watch?v=Qcr4m3ss0aM>

### **Mecánica de funcionamientos de un drone cuadricóptero**

Artículo científico del cual se extrajo cierta información para hacer el apartado. La página se llama “Noticias de la ciencia y la Tecnología” y se dedica a publicar artículos científicos: <http://noticiasdelaciencia.com/not/12949/actuaciones-en-vuelo-de-drones/>

### **Características técnicas de un drone**

Video en el que se demuestra las velocidades que puede alcanzar un drone y las maniobras que se pueden hacer con mucha destreza a la hora del manejo.

<http://www.mibrujula.com/brutal-velocidad-alcanza-drone-y-el-control-del-piloto/>

### **Enumeración de los usos de los drones**

Video explicativo sobre drones en general del canal de youtube “tecnonautas”, donde se comenta lo que es un drone y sus diferentes usos, de donde se sacó la base para comenzar la investigación sobre los usos: <https://www.youtube.com/watch?v=i82wD4wIgho>

## **Uso militar de los drones (6): Mini drone de espionaje militar “PD-100 Black Hornet”**

Noticia en la que se basa el apartado, en la que se puede ver un video del drone en acción. La noticia pertenece a la web “Gizmodo” que se dedica a hacer artículos tecnológicos: <http://es.gizmodo.com/asi-funciona-uno-de-los-drones-mas-diminutos-del-mundo-1458192519>

## **Uso audiovisual de los drones (7): Captura de videos de personas realizando deportes extremos**

Artículo sobre el uso de los drones en deportes extremos que añade un video ilustrativo. La página es “bextreme”, y además de subir artículos sobre deportes extremos, tiene su propia tienda: <http://blog.bextreme.es/lo-ultimo-en-drones-seguimiento-automatico/>

## **Uso audiovisual de los drones (7): ¡Drones, cámara... y acción!**

Artículo explicativo sobre el uso de los drones en la captura de material cinematográfico y publicitario, perteneciente a la página de noticias “eldiario.es”:  
[http://www.eldiario.es/hojaderouter/tecnologia/drones-cine-torrente-helifilm\\_0\\_309369857.html](http://www.eldiario.es/hojaderouter/tecnologia/drones-cine-torrente-helifilm_0_309369857.html)

## **Uso de Seguridad de los drones (2): Comprobación de la seguridad en líneas de alta tensión.**

Artículo en el que se habla de la operación llevada a cabo para análisis de las líneas de alta tensión comentada en el trabajo. Contiene un video ilustrativo y la página es un blog sobre drones llamado “HEMAV” <http://blog.hemav.com/exito-en-la-inspeccion-de-800km-de-lineas-de-alta-tension-en-cataluna/>

## **Uso de los drones en envíos a domicilio (9): Tu pedido viene volando.**

Noticia de “la Vanguardia” en la cual se explica el proyecto con los drones de “Amazon”: <http://www.lavanguardia.com/tecnologia/innovacion/20150729/54434662225/amazon-espacio-aereo-drones.html>

Video de “domino’s pizza” en el cual se puede ver cómo se lleva a cabo una entrega de pizza en drone: [https://www.youtube.com/watch?v=-CYT4PFV\\_Hs](https://www.youtube.com/watch?v=-CYT4PFV_Hs)

## **Uso de los drones en seguridad (2): Drones armados para vigilar las calles.**

Artículo explicativo sobre el uso de los drones en seguridad en la página “Cinco Días”, que sube artículos de tecnología y economía:

[http://cincodias.com/cincodias/2015/08/27/lifestyle/1440673221\\_879067.html](http://cincodias.com/cincodias/2015/08/27/lifestyle/1440673221_879067.html)

## **Uso de los drones en entretenimiento (1): Carreras de drones**

Video sobre las carreras de drones:

<https://www.youtube.com/watch?v=9n591wnJOpA>

Artículo sobre las carreras de drones en la página “Gizmodo”

<http://es.gizmodo.com/celebran-una-carrera-de-drones-a-50km-h-por-el-bosque-e-1645779556>

## **Uso de los drones en Socorrismo (3): El drone ambulancia**

Artículo sobre un drone ambulancia encontrado en la página “Fayerwayer”, una página de noticias en general: <https://www.fayerwayer.com/2014/11/fabrican-un-dron-ambulancia-para-ayudar-en-situaciones-de-emergencia/>

Video en el que se simula como actuaría un drone ambulancia en un caso real de emergencia: <https://www.youtube.com/watch?v=2eIADbc7qLI>

## **Uso de los drones en cartografía (5): Las ventajas de los drones para la cartografía.**

Artículo sobre el uso de los drones en cartografía, de la página “Nosologic”, que se dedica a subir artículos sobre tecnología: <http://www.nosolosig.com/articulos/540-uso-de-drones-para-la-actualizacion-cartografica>

## **Uso de los drones en agricultura (4): Agricultura de precisión.**

Artículo sobre el uso de los drones en la agricultura redactado por “Elika”, la fundación Vasca para la seguridad agroalimentaria:

<http://www.elika.eus/datos/articulos/Archivo1388/Berezi%2035%20drones%20y%20sus%20usos%20en%20agricultura.pdf>

## **Uso de los drones en entretenimiento (1): Selfies.**

Artículo sobre los drones utilizados para hacer selfies, de la página “allrss”, dedicada a artículos sobre tecnología. En la noticia hay también dos videos ilustrativos:

<http://www.allrss.es/la-industria-de-la-tecnologia-se-ha-vuelto-loca-con-el-selfie-estas-son-las-novedades-del-ces-2015/>

## **Legislación a seguir para hacer uso de los drones.**

Boletín oficial del estado explicativo sobre la legislación vigente de los drones el 5 de julio de 2014:

[http://www.seguridadaerea.gob.es/media/4243006/rdl\\_8\\_2014\\_4julio.pdf](http://www.seguridadaerea.gob.es/media/4243006/rdl_8_2014_4julio.pdf)

## **Incidente relacionado con un drone en Argentina**

Video en el que se comentan los problemas ocasionados por un drone en un aeropuerto argentino. En el mismo video también se muestra el clip en el cual una chica es grabada tomando el sol, en el minuto 11: [http://tn.com.ar/tecno/f5/como-funciona-un-drone\\_538756](http://tn.com.ar/tecno/f5/como-funciona-un-drone_538756)

## **El potencial negativo de los drones en entornos civiles**

Noticia de la página de “bbc” en la cual se habla del caso del joven americano que acopló un arma de fuego a su drone.

[http://www.bbc.com/mundo/noticias/2015/07/150721\\_tecnologia\\_eeuu\\_dron\\_con\\_pistola\\_bd](http://www.bbc.com/mundo/noticias/2015/07/150721_tecnologia_eeuu_dron_con_pistola_bd)

Video comentado en la noticia: [https://www.youtube.com/watch?v=veGbab\\_Tlg8](https://www.youtube.com/watch?v=veGbab_Tlg8)

## **Los vídeos de You Tube y el sensacionalismo**

Video del drone de FPS Russia: <https://www.youtube.com/watch?v=SNPJMk2fgJU>

Ejemplo de prensa sensacionalista de “dailymail”, página dedicada a las noticias:

<http://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-2134024/FPSRussia-shows-flying-drone-fitted-machine-gun.html>

## **Los peligros de no respetar las normativas.**

Noticia en la cual se habla de los problemas ocasionados por un drone a la hora de apagar un incendio: <http://computerhoy.com/noticias/hardware/cinco-drones-impiden-apagar-incendio-masivo-autopista-31639>

## **VIDEO DEL TEST 01**

Video en el cual se ve cómo funcionaba el drone justo después de ser comprado

<https://www.youtube.com/watch?v=qYlj5OliWxU>

## **VIDEO DEL TEST 02**

Video en el cual se observa el funcionamiento del drone después de que el motor fuese substituido

[https://www.youtube.com/watch?v=EOURhdnQ\\_ao](https://www.youtube.com/watch?v=EOURhdnQ_ao)

## **VIDEO DEL TEST 03**

Video en el cual se observa el funcionamiento del drone después de ser acoplado el mecanismo a la placa

<https://youtu.be/X6zgADNnffY>

## **VIDEO DEL TEST 04**

Video en el cual se puede observar el drone ya estabilizado

<https://youtu.be/fqWd1eovqTI>

## **VIDEO DEL TEST 05**

Video en el que se ve durante más tiempo el dron estabilizado y se enseñan sus movimientos

<https://youtu.be/DS1ynkD1858>

## **VIDEO DEL TEST 06**

Aquí se ve como el drone hace una pirueta gracias a apretar un botón en el mando

<https://youtu.be/gz4KE2Bevik>

## 4.3 El posible futuro de los drones como método de transporte

Lo cierto es que no podía dejar fuera del trabajo estos impresionantes videos, que además de ser encontrados cuando el trabajo ya estaba casi terminado, no tenían clasificación clara dentro de él. En los videos podemos ver lo que es una "Hoveboard".

Esta tabla permite al usuario volar sobre ella usando el principio de funcionamiento de los drones. Es un prototipo creado por el canadiense Alexandru Duru, el mismo que pilota el aparato. Pasará mucho tiempo hasta que este sea un método de transporte práctico, pero la idea está en marcha y en estos videos se ve cómo es posible:

<https://www.youtube.com/watch?v=Bfa9HrieUyQ>

<https://www.youtube.com/watch?v=AUq3mBuENiw>

# Agradecimientos

Muchas gracias a mi familia, que me ha dado soporte a lo largo del trabajo, además de algunas ideas y ánimos cuando las cosas no iban bien.

A Ernest Ferrer, mi tutor del trabajo, que me guió durante el trabajo y me proporcionó algunas ideas.

A Maria Dolors del seminario de castellano, que me ayudó en horario extraescolar sin ninguna obligación por su parte a que mi trabajo estuviera bien redactado.

A los dependientes de RC Tecnic y Fly Drone Xperience, que me atendieron muy amablemente solucionando mis dudas.