

UNIVERSIDAD DE ALICANTE
ROBOTS MÓVILES

Drones y robots voladores



Gonzalo Ferrando Alonso

Dario Peñin Franch

Curso 2020 - 2021

Índice

1. Introducción	2
2. Estado del arte	3
3. Tipos de robots voladores	4
4. Hardware	6
5. Software y algoritmos	8
6. Aplicaciones	9
7. Ejemplo práctico	11
8. Conclusiones	15
9. Referencias	15

1. Introducción

La temática de este informe abordará los drones y los robots voladores, su estado del arte y los tipos que existen actualmente. También se explicará qué tipo de hardware utilizan normalmente y qué tipo de software y algoritmos se les proporciona para que puedan volar. Posteriormente, se explicarán todas las posibles aplicaciones que pueden tener los drones, y se presentará un ejemplo práctico. Finalmente, se proporcionarán unas conclusiones obtenidas durante la realización del trabajo y las referencias consultadas para poder desarrollar este proyecto.

La robótica aérea es un campo relativamente nuevo con grandes posibilidades para la investigación y el desarrollo de este tipo de robots. Se han conseguido grandes avances en sus sistemas motrices, pero sus capacidades de procesamiento de información y su aplicabilidad a tareas reales sigue siendo limitada en la mayoría de los casos. El problema principal radica en la realización autónoma de las maniobras adecuadas y la reactividad necesaria para adaptarse a los cambios del entorno.

Primero se tiene que explicar qué son los vehículos aéreos no tripulados (VANT) o UAV en inglés, comúnmente conocidos como drones, se hace referencia a un vehículo volador sin tripulación, el cual es controlado remotamente. Un dron es un vehículo sin tripulación, reutilizable, capaz de mantener de manera autónoma un nivel de vuelo controlado y sostenido, y propulsado por un motor de explosión, eléctrico o de reacción.[1]

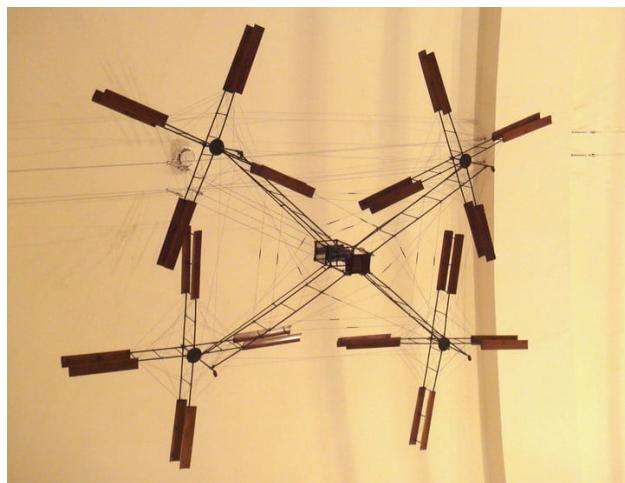


Figura 1: Primer dron de la historia. Crédito: es.digitaltrends.com

El primer dron o quadcopter del mundo fue creado en 1907 por los hermanos Bréguet, teniendo varias limitaciones con las tecnologías usadas, ya que requería cuatro hombres para estabilizarlo y su primer vuelo no superó los dos metros. [2] Los primeros drones con una función clara datan de las fechas de la I Guerra Mundial, exactamente en el año 1916, cuando Reino Unido plantea un vehículo aéreo no tripulado controlado por ondas de radio desde tierra. Su objetivo era servir como blanco en los entrenamientos y como defensa para otros vehículos aéreos. Los primeros diseños de VANT eran de aplicación militar y más tarde en la II Guerra Mundial pasó a ser usado para la obtención, manejo y transmisión de información.

2. Estado del arte

El sector de las aeronaves no tripuladas se encuentra en constante evolución, lo que comenzó como un proyecto militar en la I Guerra Mundial, se ha convertido en una de las tecnologías más populares en el siglo XXI, ya que últimamente su uso se ha incrementado tanto en el ámbito comercial, en el de investigación y en el recreativo. En el ámbito recreativo hay diferentes tipos de drones que no necesitan tener una licencia para poder volar. Sin embargo, deben cumplir unas características específicas, como por ejemplo, que su peso esté entre 250 gramos y 25 kilogramos. Por otro lado, deben cumplir unos requisitos mínimos, como no volar por encima de 20 metros para no afectar el espacio aéreo. En caso de uso profesional o de actividad profesional, se necesitaría una licencia y acreditar otros documentos como un certificado médico.[3]

El campo que más desarrollo ha tenido en los robots voladores, ha sido la utilidad que se les ha podido dar. Se pueden ver desde robots de un solo uso, hechos de cartón y materiales biodegradables, hasta drones utilizados por los cuerpos de seguridad o transporte de mercancías, tanto con paquetes de empresas como Amazon, como con paquetes frágiles. Un ejemplo de esto lo encontramos en un proyecto realizado por la UPV y la Generalitat Valenciana, donde, mediante un dron, se transportan medicamentos, en este caso un kit de primera intervención de COVID-19, a zonas de difícil acceso, proporcionando un transporte rápido, eficaz y sin contacto [4]

Hoy en día, hay muchas empresas, como Amazon, que hacen uso de drones para su realizar su servicio de mensajería. Este servicio se empezó a experimentar en 2013 con pequeños drones y paquetes. Tres años más tarde, en 2016, Amazon presentó su servicio, "Prime Air Delivery", que, aunque todavía no está operativo en todo el mundo, se ha podido implantar en los centros de desarrollo de Estados Unidos, Reino Unido y Francia, entre otros países.[5]



Figura 2: Dron de Amazon Prime Air. Crédito: Amazon Primer Air

Otro proyecto ambicioso que supondrá un avance en los robots voladores es el "Mars Helicopter Ingenuity", un helicóptero robótico que forma parte de la misión Mars 2020, el cual tiene previsto aterrizar en Marte para febrero de 2021. Su objetivo es ver la factibilidad de volar por Marte de manera segura, proporcionando una cartografía detallada de la zona, que brindaría a los futuros controladores de misiones más información, ayudando de esta manera la planificación de futuras rutas y prevención de riesgos. Por otro lado, facilitará la localización de lugares por donde acceder con el rover para su posterior estudio. Esta prueba servirá como base sobre la cual se podrán desarrollar otros ingenios más especializados para la exploración aérea de Marte y otros objetivos planetarios con atmósfera. [6]

3. Tipos de robots voladores

La clasificación del tipo de dron puede ser muy amplia, pero se pueden agrupar por tipo de alas, según el método de control, por la tarea a realizar, etc. [12]

Según el tipo de alas:

- **Alas fijas:** Tienen alas fijas, con apariencia similar a los aviones.



Figura 3: Dron de alas fijas. Crédito: Google Imágenes

- **Multirotor:** Suelen ser cuadricópteros, aunque los hay que tienen 6 o incluso 8 hélices. Dos hélices giran en el sentido de las agujas del reloj y las otras dos en sentido contrario, creando así la fuerza de empuje necesaria para llevar al dron hacia arriba.



Figura 4: Dron multirotor. Crédito: Google Imágenes

Según el método de control:

- **Autónomo:** No necesita de operario para controlarlo. Se guía por sus sistemas y sensores integrados



Figura 5: Dron autónomo. Crédito: Google Imágenes

- **Monitorizado:** Es necesario un operador que proporcione información y controle el feedback del dron. El dron elige su propio plan de vuelo y el técnico, aunque no puede controlar los mandos directamente, puede decidir qué acción llevará a cabo.

- **Supervisado:** Un operador pilota el dron, aunque este puede realizar algunas tareas autónomamente.



Figura 6: Dron supervisado. Crédito: Google Imágenes

- **Preprogramado:** El dron sigue un plan de vuelo diseñado previamente y no tiene medios de cambiarlo para adaptarse a posibles cambios.
- **Controlado remotamente (R/C):** El dron se pilota directamente por el usuario mediante una consola.



Figura 7: Dron R/C. Crédito: Google Imágenes

En función de su uso pueden ser:

- **Drones militares:** Los llamados UCAV, suelen ir armados y con capacidad de bombardeos



Figura 8: Dron militar. Crédito: Google Imágenes

- **Drones civiles:** No tienen uso comercial, por lo pueden ser:

- **De uso comercial:** Para cartografías, videos, etc.
- **Para aficionados:** Se utilizan como un juguete y suelen tener precios económicos.
- **Para uso del Gobierno:** Se utilizan para bomberos, fuerzas de rescate, etc. con el fin de ayudar a las tareas de reconocimiento, rescate, fronterizas e incluso fiscales.

4. Hardware

A continuación, se describirán los componentes físicos o hardware que suelen formar parte de los vehículos aéreos no tripulados o drones. La parte más importante de la aeronave es su chasis o marco, ya que puede considerarse su esqueleto y es donde irán colocados el resto de elementos. Con él se marca el tamaño y el resto de características del dron, como el tipo de material. [7]



Figura 9: Chasis de un dron. Crédito: Google Imágenes

Un grupo de elementos que forman parte del hardware es el grupo motorpropulsor, que es el conjunto de motores y hélices o rotores que hacen que el dron despegue, aterrice, se mantenga en el aire y se desplace.

- **Motores:** se encargan de mantener al dron en el aire haciendo que giren las hélices.
- **Hélices:** son las encargadas de elevar al dron en el aire, girando gracias a la potencia de los motores.

Un elemento clave son las baterías, ya que son las que hacen funcionar al dron, hay de varios tipos, como por ejemplo, baterías de Ni-Cd (níquel-cadmio), que fueron las primeras que se utilizaron. No obstante, no son aptas para hacer cargas rápidas y tienen efecto memoria. Luego, aparecieron las de Ni-MH (níquel-metal-hidruro) y las de Ion-Litio, pero las más modernas y las que más utilizadas a día de hoy son las de Li-Po (Polímero de litio).



Figura 10: Bateria tipo Li-Po. Crédito: Google Imágenes

El cerebro del dron, es el ordenador que se encarga de recoger los datos del sistema (GPS, velocidad,

información de giroscopios y acelerómetros), de ordenar los movimientos que debe hacer, gracias a las órdenes que recibe desde el control remoto o el mando, etc. En él también van conectados los sensores.

Otro elemento de un dron es la estación de control, que consta de tres elementos principales:

- **Emisor/receptor de señal:** se encarga de mandar al dron la información para controlar el vuelo y, a su vez, recibe los datos de los sensores mediante señales de radio por una antena.
- **Elementos de control o mandos:** son los encargados de hacernos pilotar los motores y el resto de sistemas que controlan el vuelo.
- **Elementos de visualización y gestión de datos:** será quien muestre las imágenes que proporcionan las cámaras del dron. Gracias a su software podremos programar el piloto automático, controlar la cámara, etc.

Otra de las partes clave de un dron es el tren de aterrizaje, ya que es el elemento que usa el dron cuando va a tomar tierra, evitando así sufrir daños al llegar al suelo. Actualmente, los drones más modernos tienen el tren de aterrizaje retráctil, lo que permite que se alcen al tomar altura y no se interpongan frente a la cámara.

Un elemento opcional y que actualmente está aumentando su uso es la incorporación de cámaras, ya que según el tipo de dron puede llevarla incorporada o no. Gracias al uso de estos elementos se puede ver en tiempo real por donde va el dron, además de realizar imágenes y/o vídeos desde el aire.



Figura 11: Cámara para drones. Crédito: Google Imágenes

5. Software y algoritmos

Hablando sobre el software, o más bien la parte interna del dron, nos centraremos en diferentes tecnologías que podemos encontrar en algunos drones. El cerebro del vehículo aéreo no tripulado es donde están presentes todos los sensores y sistemas de navegación. [13]

Empezaremos hablando sobre el posicionamiento del radar y retorno a casa. Algunos drones tienen dos sistemas globales de navegación por satélite (GNSS), como el GPS y el GLONASS. Cuando se enciende por primera vez el dron, este busca y detecta los satélites GNSS, que dan una cobertura coordinada y sincronizada para que el dron pueda comunicarse correctamente. La tecnología de radar señalará en la pantalla que se han detectado suficientes satélites GNSS y que el dron está listo para volar, además de mostrar su posición actual y la ubicación del dron en relación con el usuario. Así, registra el punto de inicio para la función "volver a casa".

La última tecnología Mavid Air RTH puede detectar obstáculos durante el regreso automático a casa. Esto se puede realizar mediante sensores de detección de obstáculos, que escanean el entorno, mientras que los algoritmo de software y la tecnología SLAM producen las imágenes en mapas en 3D que permiten que el dron perciba y evite.

La tecnología de estabilización de giroscopios proporciona al dron su capacidad de vuelo de una manera suave. El giroscopio trabaja a las fuerzas que se mueven contra el dron manteniéndolo volando o flotando muy suavemente. El giroscopio proporciona información esencial de navegación al controlador central de vuelo. Por otro lado, la unidad de medida inercial (IMU) detecta la velocidad de aceleración utilizando uno o más acelerómetros. El IMU detecta cambios en los atributos de rotación como cabeceo o balanceo. Algunos IMU incluyen un magnetómetro para ayudar con la calibración contra la deriva de orientación.

La parte fundamental para mover el dron, son los motores y las hélices. En un cuadricóptero, los motores y las hélices funcionan en pares con 2 motores que giran en sentido horario y 2 motores que giran en sentido antihorario.

Otra tecnología interesante es su brújula interna y la función de seguridad, lo cual permite que el dron y su sistema de control remoto conozcan exactamente su ubicación de vuelo. Se puede establecer un punto de inicio y este es el lugar al que regresará el dron si este y el sistema de control dejan de conectarse.

El mapeo con drones también es posible, mediante sensores LiDAR, Multiespectrales y Fotogrametría, los cuales construyen modelos 3D de edificios y paisajes. Además, se puede incluir sensores de visión nocturna de baja luminosidad y de visión térmica.

Por último, hablaremos sobre la integración de cámaras en los drones. A medida que han ido evolucionando los diseños, se han incorporado cámaras que permiten videos 4K, con una lente de gran angular. Por otro lado, también se puede tener cámaras con zoom, muy prácticas para usos más industriales como la inspección de torres celulares o turbinas eólicas, para obtener una visión más detallada.

6. Aplicaciones

En esta sección se describirá desde la primera aplicación que tuvieron los drones o vehículos aéreos no tripulados cuando se diseñaron por primera vez, hasta las aplicaciones que se le han dado durante los últimos años en el siglo XXI.

Las primeras aplicaciones de los drones tuvieron lugar en el ámbito militar, como blancos para entrenamiento o como defensa contra otros vehículos voladores como los zepelines, durante la I Guerra Mundial, aunque se siguieron utilizando con usos similares tanto en la II Guerra Mundial, como en otras guerras. También, se usaron en campos como el espionaje, la transmisión de información y obtención de datos.

A finales de siglo XX y principios de siglo XXI, cuando la mayoría de guerras empezaron a cesar, las aplicaciones de los drones se orientaron a campos diferentes. Hoy en día, estos robots voladores pueden usarse en cualquier ámbito, destacando el militar y civil, donde, en este último hay empresas que intentan modificar el antiguo artíluguio militar, tratando de conseguir una herramienta útil para la sociedad civil.

Las aplicaciones de estos UAV o drones civiles pueden ser la prevención de incendios, labores de vigilancia en fronteras o control de zonas catastróficas, dónde el personal humano no pueda acceder. A esta versatilidad, se une un coste económico mucho menor por operación del que en la actualidad tienen los sistemas más tradicionales.[8] Todavía existen empresas u organizaciones que siguen utilizando los vehículos aéreos no tripulados, como los ejércitos de Estados Unidos, o de España, donde también se hace uso de drones como el "IAI Searcher" o el "INTA SIVA". [9]



Figura 12: INTA SIVA. Crédito: Google Imágenes

Aunque los usos en el campo militar y civil son muy comunes hoy en día, hay otros campos donde los UAVs son eficaces, como por ejemplo, la retransmisión de eventos, ya que tienen la ventaja de volar más bajo y más cerca de la gente. También son utilizados en la búsqueda de personas, ya que permite el reconocimiento inmediato de personas perdidas en bosques o montañas. Hay otros usos como satélites, o simplemente por diversión, que en estos casos no haría falta licencia de vuelo dependiendo del dron o en el área donde se sobrevuela. Por otro lado, en la agronomía su uso se basa en la gestión de los cultivos o fumigación aérea. Otra aplicación es la cartografía de terrenos donde los seres humanos tienen difícil acceso. [10]



Figura 13: Dron comercial usado para hacer videos y fotografías. Crédito: Wikipedia

Por último, hay otras aplicaciones, aunque menos conocidas, como pueden ser drones utilizados para algún propósito científico, como puede ser la investigación desarrollada en Costa Rica, basada en el estudio de la actividad volcánica, evitando así el riesgo de cualquier investigador.



Figura 14: Estos tres aparatos son los encargados de sobrevolar el volcán Turrialba. Crédito: ABC

7. Ejemplo práctico

Como ejemplo práctico se explicarán las especificaciones y clasificación del dron DJI Mavic Mini.

Como especificaciones se tiene que es un dron de 249g, con dimensiones $245 \times 289 \times 55$ mm (largo \times ancho \times alto) estando este desplegado con sus hélices. Tiene una velocidad de ascenso de 4 m/s y 3 m/s de descenso pudiendo alcanzar una altura de 3000 m sobre el nivel del mar con una duración de vuelo de 30 min (sin viento).

Por otro lado, utiliza un sistema GNSS de GPS + GLONASS y una tecnología de estabilización con un rango mecánico de 3 ejes: inclinación de -110° a 35°, rotación de -35° a 35° y giro de -20° a 20°.

También tiene un sistema de detección inferior para detectar superficies reconocibles y no reflectantes, para detectar superficies con reflectividad difusa ($>20\%$) y superficies con iluminación adecuada (lux >15).

Otro de sus componentes es su cámara (**Fig. 15**) con sensor CMOS 1/2.3" con 12 MP de píxeles efectivos. Tiene un objetivo FOV de 83°. La cámara puede tanto sacar fotos (formato JPEG) como videos (formato MP4) con una resolución de 2.7K.



Figura 15: Cámara del dron. Crédito: Foto propia

Su batería es de iones de litio 2S (**Fig. 16**) y tiene una capacidad de 2600 mAh, la cual pesa 100g y tiene una potencia máxima de carga de 24 W.



Figura 16: Batería del dron. Crédito: Foto propia

En cuanto a su clasificación, este dron se incluye dentro de los drones multirotor, ya que es un cuadricóptero, es decir, tiene 4 hélices (**Fig 17**).



Figura 17: Dron DJI Mavic Mini. Crédito: Foto propia

Por otro lado, según su método de control, es un dron controlado remotamente, ya que se pilota directamente por el usuario mediante su mando a través de la aplicación DJI Fly (**Fig. 18**).



Figura 18: Controlador del dron. Crédito: Foto propia

Por último, su clasificación dependiendo del uso es en drones civiles, para aficionados, ya que al tener tan poco peso se considera juguete y no necesita tener permiso para su vuelo (**Fig. 19**).



Figura 19: Dron DJI Mavic Mini. Crédito: Foto propia

A continuación se explicarán los pasos necesarios para hacer volar el dron.

En primer lugar, para hacer funcionar el dron habrá que tenerlo cargado, una vez cargado, se encenderá el dron mediante el botón que tiene en su parte posterior (**Fig. 20**).



Figura 20: Cámara del dron. Crédito: Foto propia

El siguiente paso, es conectar el teléfono móvil al mando mediante su puerto usb y abrir la aplicación (**Fig. 17**).

Para calibrar el dron, habrá que cogerlo con la mano y dar una vuelta manteniendo este en posición horizontal. Después habrá que hacer lo mismo pero con el dron en posición vertical (90º). Una vez hecho esto, el dron ya puede dejarse en el suelo para poder volar.

Tras todos los pasos realizados, ya podremos controlar nuestro dron pudiendo grabar vídeos o hacer fotos al mismo tiempo que nos sobrevuela, como se puede observar en los siguientes vídeos:

- https://drive.google.com/file/d/1ILNCh_4wke0IWOMabVCCB3ugu3Bb9Wwb/view?usp=sharing
- <https://drive.google.com/file/d/1T560QnyPU9Xijf9E7dSnQGmF2fw1lAfC/view?usp=sharing>

8. Conclusiones

Como conclusiones se puede decir que:

- Los drones son robots voladores que han tenido un gran avance en los últimos años, ya que su uso ha pasado de ser militar a ámbitos más sociales y comerciales.
- Existen diferentes tipos de drones dependiendo de su clasificación, desde drones de uso lúdico con un tamaño pequeño, hasta drones que se usan para el control de carreteras y que su tamaño es mucho mayor.
- El hardware y el software son las partes más importantes de un dron, permitiendo el correcto funcionamiento de este.
- Las aplicaciones de los drones son un campo muy amplio que seguirá creciendo con el paso de los años.

El vídeo de la presentación que se ha realizado se puede encontrar en el siguiente enlace:

- <https://drive.google.com/file/d/1ATEbTN8eCQ7qLqfO7MbKosRhFFPI1pNF/view?usp=sharing>

9. Referencias

[1] Vehículo aéreo no tripulado, https://es.wikipedia.org/wiki/Veh%C3%ADculo_a%C3%A9reo_no_tripulado

[2] Estefania Oliver, 20 de diciembre de 2018, Te mostramos la historia de los drones con lujos y detalles, <https://es.digitaltrends.com/drones/la-historia-de-los-drones/>

[3] Rocío García, 30 de septiembre de 2020, ¿Qué drones pueden pilotarse sin licencia? Requisitos para hacerlo, <https://www.adslzone.net/reportajes/drones/drones-sin-licencia/>

[4] Peródico Levante, 16 de noviembre de 2020, Drones para transportar material sanitario en plena pandemia, <https://www.levante-emv.com/comunitat-valenciana/2020/11/16/drones-material-sanitario-coronavirus-valencia-23229959.html>

[5] Amazon Prime Air, <https://www.amazon.com/Amazon-Prime-Air/b?ie=UTF8&node=8037720011>

[6] Wikipedia, Mars Helicopter Ingenuity, https://es.wikipedia.org/wiki/Mars_Helicopter_Ingenuity

[7] Partes de un dron, <https://www.innodrone.es/partes-de-un-dron/>

[8] UAV civil, https://es.wikipedia.org/wiki/UAV_civil

[9] Vehículo aéreo de combate no tripulado, https://es.wikipedia.org/wiki/Veh%C3%ADculo_a%C3%A9reo_de_combate_no_tripulado

[10] Aplicaciones de vehículos aéreos no tripulados, https://es.wikipedia.org/wiki/Veh%C3%ADculo_a%C3%A9reo_no_tripulado#Aplicaciones

[11] Fernando Muñoz, ABC, Los usos más increíbles de los «drones», https://www.abc.es/tecnologia/informatica-hardware/20130714/abci-usos-diferente-drones-201307121935_1.html

[12] Tipos de robots voladores, <https://www.webcolegios.com/file/037472.pdf>

[13] Software para aplicaciones, <https://guiadrones.com/base-de-conocimiento/como-funcionan-los-drones-y-que-es-la-tecnologia-de-drones/>

[14] Drones Robots Voladores, <https://saberesciencias.com.mx/2019/08/15/drones-robots-voladores/>

[15] Drone Technology: Types, Payloads, Applications, Frequency Spectrum Issues and Future Developments, https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-94-6265-132-6_2

[16] Disponible AIRT, el nuevo software gratuito para drones en interiores, rpas-drones.com/airt-software-drones/

[17] Comparador de drones, <https://planetadrones.es/>

[18] Tipos de drones: usos y funcionamiento, <https://aerialproductions.es/tipos-de-drones/>