

Drones en el ámbito militar

Robots móviles - Trabajo en grupo

Sofía Morató Asensi
Carolina López García

Índice

Introducción	3
Tecnología y mecanismos de la robótica voladora	3
Drones en el espacio militar español	8
Tecnología específica	12
Futuro	17
Conclusiones	18
Vídeo	19
Referencias	20

Introducción

Los drones son vehículos aéreos no tripulados (UAV) que pueden ser controlados de forma autónoma con una previa programación o de forma remota desde tierra. Estas aeronaves pueden ser capaces de sobrevolar cualquier obstáculo y obtener información del espacio a su alrededor gracias a los diferentes dispositivos que pueden llevar, como cámaras o sensores.

Hoy en día, los drones se usan en aplicaciones como, por ejemplo, generación de planos mediante sensores lidar o cámaras de alta resolución, grabación de paisajes o en eventos, para realizar publicidad, en casos de emergencia para zonas de difícil acceso, búsqueda de personas... Aunque también pueden ser utilizados como juguetes para niños o adultos. Como se puede ver, las aplicaciones son muy extensas, pero en nuestro caso nos vamos a centrar en el uso de drones en el espacio militar, ya que ese fue el primer uso que se dio a estos dispositivos hace más de un siglo. Estos drones se crearon inicialmente para misiones militares, como disminuir la mortalidad de los soldados al combatir en las guerras, al igual que muchos otros avances tecnológicos. Más adelante fue cuando se utilizaron para fines más sociales, como podemos ver actualmente.

Tecnología y mecanismos de la robótica voladora

La gran mayoría de los modelos de drones que existen hoy en día tienen un cuerpo central ligero, de tamaño pequeño y cuatro hélices (aunque también los hay con seis u ocho) que lo mantienen en el aire, por ello, también son llamados cuadricópteros. También existe otro tipo de drones con forma de avión, de un tamaño más grande y que, gracias a sus alas, pueden planear en el aire.



Figura 1: A la izquierda, un dron cuadricóptero y a la derecha, un ejemplo de dron con forma de avión

A continuación, se expondrán los diferentes componentes básicos de los drones:

- **Chasis**

Es la estructura central del dron que da soporte a los componentes del dron. Normalmente está hecha de plástico, pero también se utiliza fibra de carbono o fibra de vidrio.



Figura 2: Ejemplo de chasis de un dron cuadricóptero

- **Controlador**

Consiste en un computador integrado con un software preparado para poder realizar las distintas tareas y movilidad del dron. En algunas ocasiones, este controlador puede ser reprogramado por el usuario, además de poder ser reemplazado o actualizado. Dicho de otra forma, el controlador es el cerebro del dron, además, contiene el giroscopio, el acelerómetro y otros componentes básicos del mismo.

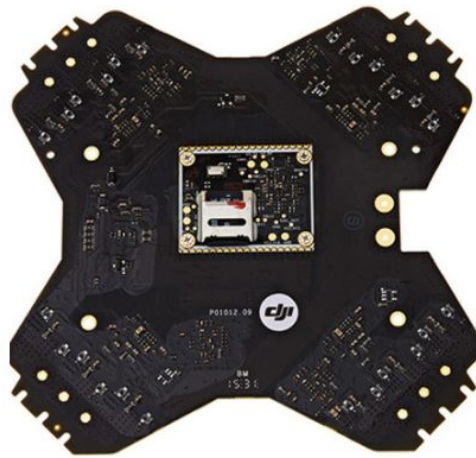


Figura 3: Ejemplo de placa central, DJI ESC y MC V2 para Phantom 3 Professional / Advanced Quadcopter

- **Motores**

Se necesita un motor por cada hélice, para girarlas y poder volar. Pueden ser de distinto tamaño, pero normalmente se trata de motores eléctricos sin escobillas de un tamaño pequeño. Para los drones que utilizan cuatro o más motores, comúnmente están emparejados, ya que para poder mantener el equilibrio dos motores deben implementar el giro en una dirección y los otros dos en la dirección opuesta.



Figura 4: Ejemplo de motor de un dron

- **Hélices**

Estas hélices están formadas generalmente por dos palas, aunque también hay de tres palas, las cuales giran gracias a los motores de forma rápida para elevar

al robot, al igual que un helicóptero. En el caso de los drones con forma de avión, la hélice puede ser de grandes dimensiones.



Figura 5: Ejemplo de hélices de un dron

- **Giroscopio y acelerómetro**

Estos componentes se encargan de calcular la ubicación del dron en el espacio. El giroscopio se encarga de calcular los ángulos de ubicación del dron y el acelerómetro para calcular su orientación en función de la gravedad de la tierra. En muchos casos, estos componentes se crean en conjunto.



Figura 6: Ejemplo de giroscopio y acelerómetro

- **Reguladores de velocidad (ECS)**

Este componente se utiliza para controlar la velocidad a la que deben girar los motores. De esa forma, se podrá controlar a qué dirección y altura dirigiremos el dron, además de su velocidad. Estos reguladores se clasifican por la cantidad de intensidad electrónica que pueden soportar, así que se debe tener en cuenta el circuito electrónico al que estará conectado a los motores y la batería.



Figura 7: Ejemplo de acelerómetro

- **Batería**

La batería es un componente esencial, ya que se encarga de aportar la energía eléctrica al dron. Comúnmente, están hechas de polímeros de litio y pueden ser de diferente tamaño y voltaje. La batería del dron debe de estar preparada para poder aportar la energía a todos los motores, además de ser tener un peso adecuado para el dron. Estas baterías suelen ser recargables.



Figura 8: Ejemplo de batería para un drone

- **Transmisor y receptor**

Para que el dron pueda ser controlado a distancia, se necesita un transmisor y un receptor. El transmisor es el mando que puede transmitir las órdenes que se deseen al dron, y el receptor es el componente que recibe estas órdenes. Estos transmisores pueden ser simples, con solo dos joysticks para poder controlar la altura y la orientación del dron, o más sofisticados para poder controlar otros posibles componentes, controlar otras configuraciones del dron, etc.



Figura 9: Ejemplo de transmisor y receptor

Drones en el espacio militar español

El uso de drones con fines militares ha evolucionado en los últimos años en todos los países del Norte Global, especialmente Estados Unidos, donde una parte importante del PIB se destina a I+D+I en el Departamento de Defensa. No son los únicos, pues a pesar de no ser el poseedor de las patentes, muchos otros países, incluido España, se han inmerso en el uso de estos vehículos. Muchos de ellos se utilizan como vigilancia, otros como arma, y muchos otros, como apoyo en conflictos bélicos, sirviendo para facilitar el transporte de provisiones o utensilios médicos. Estos drones de combate se denominan UCAV (Unmanned Combat Aerial Vehicle). La utilidad más filantrópica vendría en misiones de paz, facilitando medicamentos y vacunas en aquellos lugares donde las Fuerzas Armadas ayudan en la reconstrucción y proliferación después de conflictos bélicos.

Nos centraremos en los drones más utilizados por las Fuerzas Armadas españolas, pues aunque son productos que no se han desarrollado en España, nos sirven como ejemplo de uso en muchos ámbitos de aplicación.

- **AeroVironment RQ-11 Raven**

Se trata de un dron de pequeñas dimensiones utilizado principalmente por el Ejército de Tierra en las misiones de Afganistán. Más conocido en el cuerpo como Raven, se trata de un vehículo no tripulado controlado de forma remota o autónoma,

puede alcanzar una altura de hasta 4.5Km MSL (Mean Sea Level), 300 m AGL (Above Ground Level) y alcanzar velocidades entre 45 y 57 kilómetros por hora. Tiene una masa de 1.9 Kg, y una envergadura de 140x90 cm, con una autonomía promedio de 80 minutos. Además, posee dos cámaras con visión frontal y lateral, y Se utiliza principalmente para el reconocimiento y vigilancia remotos, búsqueda de objetivos, seguridad de expediciones y protección de tropas, evaluación de daños, infantería ligera y operaciones militares en zonas urbanas.

En la siguiente imagen, se puede ver a un miembro del Ejército llevando a cabo el lanzamiento manual del dron Raven.



Figura 10: Soldado lanzando AeroVironment RQ-11 Raven

- **IAI Searcher**

Se trata de un UAV desarrollado por la división Malat de la compañía Israel Aerospace Industries. En España, el manejo de estos dispositivos viene por parte del Ejército de Tierra, contando con 3 unidades de Searcher Mk.II y una unidad del Searcher Mk.III. Estos 4 Searcher conforman el PASI del Ejército (Plataforma Autónoma Sensorizada de Inteligencia), las cuales pueden funcionar a cualquier hora del día, y permiten acciones de vigilancia, obtención de información y reconocimiento de zonas en profundidad, aunque también permite la fijación y obtención de objetivos y el ajuste de tiro de la artillería.

Este robot puede operar de forma autónoma o remota, alcanza los 198 km/h, tiene un alcance de 250 km en horizontal y 6,1 km de altura.



Figura 11: Searcher MK.II del Ejército de Tierra

La envergadura es bastante grande, de 5.85x8.55 m, una altura de 1.25 m y pesa 426 Kg+45 Kg de peso útil. El máximo peso que aguanta para el despegue es de unos 500 kg y tiene 15 horas de autonomía. Debido a estas impresionantes características, es de suponer que su precio sea realmente elevado, costando 5.3 millones de euros el modelo más nuevo.

- **EagleScan**

Se trata de un UAV nacido de la fusión de Insitu y Boeing. La primera idea de Insitu fue el UAV SeaScan, que permitía ayudar a los pescadores y seguir bancos de atunes. Este dron forma parte de la 11ª Escuadrilla de Aeronaves, siendo la más moderna de la FLOAN.

Se usa para misiones de reconocimiento del terreno, en campo de batalla, como vigilancia y para buscar objetivos, siendo una pieza clave en la lucha contra el DAESH, ya que posee una cámara nocturna y diurna, que puede tomar imágenes en alta resolución e imágenes térmicas.

El ScanEagle no necesita aeródromo para despegar, sino que hace uso del lanzador SuperWedge. Cada UAV tiene una autonomía de 20 horas y un alcance de 100 km, alcanzando velocidades de 148 km/h y manteniendo normalmente una velocidad de crucero de 111 km/h. La altura máxima de vuelo ronda los 6 km.



Figura 12: El drone ScanEagle utilizado por la Armada Española.

Las dimensiones de este dron son medianas, siendo 1,55 x 1,71 m, con una masa que ronda los 18 Kg. Un sistema de ScanEagle tiene un precio de 3,2 millones de dólares, y consta de cuatro vehículos, una estación de control terrestre, una terminal remota de vídeo, un lanzador SuperWedge y el sistema de recuperación.

- **General Atomics MQ-9 Reaper**

Se trata de una de las últimas y más modernas adquisiciones del Ejército del Aire. Es un UCAV pensado para el ataque y la vigilancia de larga duración en altas cotas, con una mayor capacidad de carga respecto a su predecesor, el MQ-1 Predator. Es un vehículo no tripulado de diseño y fabricación estadounidense, siendo utilizado por la Fuerza Aérea e incluso la NASA.

Este vehículo es, sin duda, de los más avanzados de los que dispone nuestro ejército, con las mejores prestaciones, el cual puede levantar hasta 4.78 T de peso, alcanzar una velocidad de 482 km/h y con un techo de vuelo de aproximadamente 15000 metros.



Figura 13: MQ-9 Reaper en la base de Talavera la Real.

Se puede observar que es un dron de gran tamaño, de 11x20x3.6 metros, con una autonomía de 28 horas y un radio de acción de 1850 km. Debido a sus prestaciones, es lógico suponer que este dron tiene un elevado precio. El Ejército del Aire ha gastado 158 millones de dólares en la adquisición de cuatro de estos UCAV.

Tecnología específica

Debido al secretismo que supone la compra-venta de tecnología militar, en este apartado no nos vamos a centrar únicamente en la aeronáutica automatizada militar, sino que combinaremos ciertas especulaciones con tecnología implementada

en robots comerciales que también puede encontrarse incluida en los drones militares.

Algunas funcionalidades implementadas en los drones comerciales, que pueden ser implementadas en los drones militares, son las siguientes:

- **Evitación de obstáculos**

Normalmente, tanto los drones comerciales como los militares disponen de sensores de proximidad láser. La no utilización de tecnología infrarroja se debe a la utilización en exteriores, normalmente de día, por tanto la luz solar puede incurrir en interferencias o imposibilidad de tomar lecturas. Estos obstáculos pueden ser en cualquiera de los flancos (superior, inferior y laterales), por tanto se evitan colisiones con cualquier obstáculo del entorno.



Figura 14: Ejemplo de sensor de proximidad

- **Medidores de altitud**

Los medidores de altitud servirán para detectar la altura a la que vuela el dron, indicando el techo de vuelo y avisando cuando se esté acercando a éste. Normalmente se utiliza para no entrar en pérdida del vehículo, pues el alcance es limitado, sea cual sea el método de comunicación, siendo el Wifi y Bluetooth los más comunes en drones comerciales.



Figura 15: Ejemplo de altímetro

- **GPS (Global Positioning System)**

Tanto los drones comerciales como los militares deben disponer de un sistema de posicionamiento. El más utilizado es el GPS, que permite dar una posición con error mínimo en ambos casos, aunque normalmente el uso militar reduce mucho este error debido a la legislación vigente en cada país. Unido al medidor de altura, estos mecanismos de medida del posicionamiento nos dan unas cifras útiles cuando hablamos de aplicaciones en cualquiera de los dos ámbitos, como el registro de fotografías, vídeos o cualquier dato de interés.

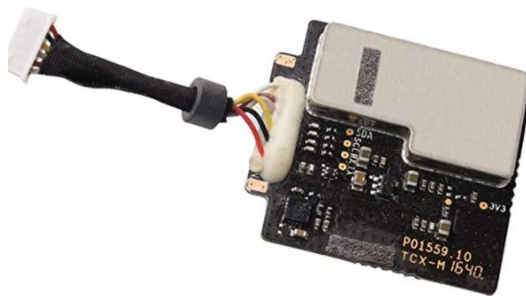


Figura 16: Ejemplo de placa GPS

- **Cámaras**

El uso de cámaras es la tecnología más extendida en el uso de la robótica móvil, ya sea voladora o terrestre, e incluso acuática. Con la información captada con las cámaras se pueden implementar diversas funcionalidades de visión artificial. Normalmente el uso de cámaras en color se emplea más en robótica móvil comercial, mientras que en la militar, están muy extendidas las cámaras infrarrojas para la visión nocturna, las cámaras

térmicas y las cámaras de alta resolución, normalmente en escala de grises o color.



Figura 16: Ejemplo de dron con cámara

- **Algoritmos de visión artificial**

Cualquier dron de gama media-alta comercial dispondrá de algoritmos de visión artificial, así como los drones militares. Estos algoritmos pueden tener múltiples usos como el tracking de objetos, la detección de objetivos, el reconocimiento de patrones, posicionamiento y reconocimiento de terrenos en base a vegetación.

Estos algoritmos, además, pueden trabajar con cámaras de cualquier resolución, que trabajen en cualquier espacio de color (grises o colores en diferentes formatos), pudiendo ser útiles incluso con cámaras térmicas, infrarrojas o de captación lumínica.



Figura 17: Detección mediante imagen térmica

- **Estabilizadores de vuelo**

Mediante el uso de sensores que detectan las variaciones de movimiento como los acelerómetros, se suelen implementar controladores que permitan la estabilización del vuelo. Estos sensores se utilizan en combinación con algoritmos para la compensación de posibles interferencias durante el vuelo o en el propio vuelo, aunque éste esté libre de interferencias como golpes, corrientes de aire o colisiones con aves.

- **Comunicaciones y seguridad**

En el uso de drones comerciales, normalmente estas comunicaciones serán via WiFi o Bluetooth, aunque puede ser RFID en algunos casos, teniendo protocolos de seguridad de buena calidad. Sin embargo, cuando hablamos de robótica militar, se debe poner el foco en esta seguridad, la cual debe ser extremadamente buena para que el vehículo no sea interceptado. Esta seguridad se puede ver afectada por el uso, por ejemplo, de satélites extranjeros, o un mal cifrado en el protocolo de comunicaciones.

Como sabemos, ningún mensaje es indescifrable, por ello se continúa investigando en protocolos seguros, como la encriptación cuántica, aunque de momento está en fases de investigación.

- **Sistemas embebidos**

Por último, cabe mencionar el uso de procesadores embebidos. Dependiendo de la aplicación, puede ser más eficiente el uso de un ordenador a bordo que permita el procesamiento de las señales que percibe el dron. La principal ventaja que ofrece es el procesamiento in-situ, sin que sea necesario enviar esta información a una torre de comunicaciones en tierra, ahorrando así tiempo en las telecomunicaciones al enviar datos ya procesados como imágenes o localización. Además, también permitirán, por muy simples que sean, las labores de estabilización y comunicación con el sistema de localización, permitiendo enviar avisos o errores en tiempo real considerando los retardos que implica la teleoperación.

Futuro

La tecnología de los drones aún puede evolucionar y así desarrollar muchas más aplicaciones de las que ya existen hoy en día. En el ámbito militar actualmente se han desarrollado múltiples drones, además de otro tipo de robots. Sin embargo, aún se pueden perfeccionar y desarrollar otros tipos de drones. Un ejemplo del futuro de los drones en este ámbito puede ser los enjambres de drones. Consisten en una serie de drones que pueden ser lanzados desde aviones militares, volar en conjunto en el aire y, al terminar, poder ser recogidos. La tarea de este enjambre de drones consistirá en realizar misiones de ataque o vigilancia.

Esta tecnología ya se está probando en diferentes países, como China, que alcanzó el récord con 119 drones volando en conjunto, o Estados Unidos, que utilizó el enjambre Gremlins de DARPA.



Figura 18: Enjambre de drones Gremlins

También podemos encontrar nuevas aplicaciones para los drones en otros ámbitos, como pueden ser los drones con fines satelitales. La empresa Facebook quiso realizar un proyecto en el que se usarán drones solares, que pueden mantenerse en el aire durante meses, para poder ofrecer acceso a internet a zonas remotas. Otra gran empresa que está empezando a desarrollar una nueva aplicación para los drones es Amazon, que quiere utilizarlos en el ámbito de la logística. La tarea consistirá en llevar los pedidos a la ubicación del destinatario de forma aérea con estos drones. Esta aplicación ya se está llevando a cabo en diferentes países como Rusia o Israel, con pedidos de pizza.

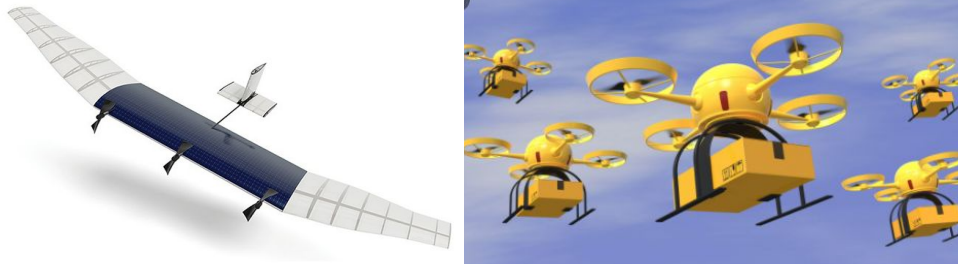


Figura 19: Uso de drones satélite y drones en logística

Conclusiones

Los drones son una tecnología generalmente fácil de utilizar y con diversas formas de uso, por ello, cada vez son más comunes y se pueden ver más en nuestro día a día. La problemática de utilizar esta tecnología, es que un mal uso de los drones puede suponer desastres o una intromisión a la privacidad de las personas. Por ello, se debe regular dónde, quién y cuándo se pueden utilizar, siempre y cuando, la finalidad no dañe a otras personas o a uno mismo, teniendo en cuenta además el medio ambiente y la privacidad.

Hoy en día, en España, existe una normativa de uso de drones en un ámbito profesional, en la que se necesita una licencia de drones y estar registrado como operador de drones. También existen normativas para el uso de drones en el ámbito recreativo. En el caso del uso de drones entre 250 g y 2 kg, se exige que éste siempre esté a la vista del operador, no sobrepasar los 120 m de altura, no volar los drones a menos de 8 km de un aeropuerto, aeródromo o espacio aéreo y proteger el derecho a la intimidad de las demás personas. Además, el dron deberá llevar una placa identificativa ignífuga que contenga todos sus datos. Estas normativas son muy importantes, ya que en el caso de no cumplirlas supondría una falta grave.

Por otro lado, la tecnología de los drones en el ámbito militar es una forma muy controversial, ya que se usa para atacar y provocar daños. Actualmente, podemos ver cómo los drones militares, como los que se han mencionado anteriormente, causan graves destrozos. Sin embargo, por otro lado, se pueden (y de hecho, se usan) como vigilancia y ataque contra grandes personalidades del

DAESH o la ya residual Al-Qaeda. Por ello, personalmente opinamos que esta tecnología debería ser para un uso constructivo y útil, siempre y cuando no se use para atacar a la población civil.

Vídeo

En esta carpeta drive se encuentra una presentación vídeo resumiendo este trabajo y las diapositivas realizadas:

https://drive.google.com/drive/folders/1W-nxSrCDcqd_93euY0Pzr1J_03kehznI

Referencias

Información sobre drones:

- https://www.researchgate.net/publication/332353911_VEHICULOS_AEREOS_NO_TRIPULADOS_DESCRIPCIONES_GENERALES_Y_APLICACIONES
- <https://www.ferrovial.com/es/innovacion/tecnologias/drones/>

Tecnología de los drones:

- <https://aerlyper.es/funcionamiento-de-un-dron-lo-que-debes-saber/#:~:text=Los%20Veh%C3%ADculos%20a%C3%A9reos%20no%20tripulados.y%20propulsarse%20en%20el%20aire.&text=Cada%20una%20de%20las%20h%C3%A9lices.un%20peque%C3%B1o%20motor%20propulsado%20electr%C3%B3nicamente>

Componentes de los drones:

- <https://www.bhphotovideo.com/explora/video/buying-guide/introduction-drones-and-uavs>
- <https://esenziale.com/tecnologia/partes-drone/>
- <http://ingenio-triana.blogspot.com/2015/12/todo-lo-que-necesitas-saber-sobre-drones.html#:~:text=Giroscopio%3A%20Este%20sensor%20mide%20los,en%20el%20que%20se%20encuentra.>

Drones utilizados por las Fuerzas Armadas en España:

- https://www.elconfidencial.com/tecnologia/2019-12-30/dron-ejercito-aire-espana-tecnologia-militar-predator_2390872/

Dron Raven:

- https://es.wikipedia.org/wiki/AeroVironment_RQ-11_Raven

Dron Searcher:

- https://es.wikipedia.org/wiki/IAI_Searcher

Dron ScanEagle:

- <https://armada.defensa.gob.es/ArmadaPortal/page/Portal/ArmadaEspañola/buquesaeronaves/prefLang-es/03flotilla-aeronaves-aeronaves-no-tripuladas>
- https://es.wikipedia.org/wiki/Boeing_Insitu_ScanEagle

Dron MQ-9 Reaper:

- <https://web.archive.org/web/20170408140028/http://www.globalsecurity.org/military/systems/aircraft/mq-9-specs.htm>

Futuro de los drones:

- <https://www.regiondigital.com/noticias/reportajes/283157-uso-de-drones-y-sus-aplicaciones-en-la-actualidad.html>

Enjambres de drones:

- <https://a21.com.mx/un-espacio-para-los-no-tripulados/2020/01/30/los-enjambres-de-drones-el-futuro-militar>
- <https://www.defensa.com/industria/gremlins-darpa-lanzar-uavs-desde-aviones-recuperarlos-vuelo>

Normativa de uso de drones:

- <https://www.oneair.es/normativa-drones-espana-aesa/>