

Itavia

Publicación del Colegio y Asociación de Ingenieros Técnicos Aeronáuticos de España
Nº 74 / Abril – Junio 2010


UAVs, clasificación, tendencias y normativa de espacio aéreo

Itavia

(Colegio y asociación de Ingenieros Técnicos Aeronáuticos de España)

Nº 74 – abril-Junio 2010

(José Manuel Gil García)

- 
- La incertidumbre legislativa
 - Vulnerabilidad de las amenazas radar
 - “Smart Runway” + “Smart Landing”
 - ¡Volcanes!
 - Descenso automático en emergencia

UAVs, clasificación, tendencias y normativa de espacio aéreo

José Manuel Gil

Introducción

La idea de tener un avión no tripulado, sin tripulación o con ella en tierra, controlado a distancia, no es nueva. Ya en la I Guerra Mundial se puso en servicio el Mosquito de Kettering, un avión no tripulado kamikaze, o torpedo aéreo. El sistema de guiado y control era inercial, el rumbo pre-programado y no admitía correcciones en vuelo. En la II Guerra Mundial los estadounidenses llegarían a tener su propioUCAV, con guía por televisión: el TDR1.

Con la aparición de la electrónica en estado sólido, la miniaturización, las comunicaciones por satélite, el diseño de los *drones* se fue haciendo más complejo hasta llegar a la situación actual: el avión no tripulado es el más adecuado para muchos tipos de misiones, tanto civiles como militares.

Clasificación

Tras la breve introducción histórica procedemos a intentar clasificarlos. Pero las clasificaciones nunca son absolutas. Igual que un bombardero para unos ejércitos era estratégico por su carga de pago y para otros por su alcance, con los *UAVs* pasa algo parecido. Vamos a establecer algunas posibles clasificaciones:

Por tipo de misión:

- Reconocimiento, observación... (aquí cabe desde control de fronteras a tráfico marítimo o vigilancia de carreteras, reconocimiento estratégico, fotografía aérea). Reaper, MC-12, SIVA, RQ-11 Raven.
- Blancos aéreos QF-86, QF-100, QF-16, DIANA.
- Combate (ya sea caza aire-aire, apoyo cercano -CAS- o estratégico): X-45, X-47.
- Investigación: Boeing 720.
- Salvamento: MULE, AH6X Little Bird.
- Anti-incendios: Ion tiger, Predator, SDSU.
- Transporte: MULE, UH-60 "drone".

Por origen de la misión:

- Civil (aún en estudio).
- Militar.

Por tamaño:

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

Por la forma de obtener la sustentación:

- Más pesados que el aire:
 - Ala fija:
 - sean de fuselaje convencional: MC-12, Reaper, SIVA
 - o ala volante: X-45, X-47.
 - Fuselaje sustentador: MULE.
 - Ala rotatoria: Saab Skeldar.



Orbiter MUAV



Dominator UAV-1



Predator 8



— Convertiplanos e híbridos: VTOL Technologies, Boeing X-50, HADA español, y el DRH (U.S.A.), V-STAR, Verticopter, X-Hake y FALS, Vanguard Omniplane, SRC, AD150.

— Otros: AESIR UAV, Monocopter.

• Más ligeros que el aire:

— Dirigibles UAV Airships.

• Híbridos.

— Cuerpo sustentador + dirigible: LEMV.

Por su motor:

• Alternativo: SIVA, RQ-11 Raven.

• Turbinas (turbofanos, turbohélices, turboejes, etc) Reaper, X-45, X-47, DIANA.

• Eléctricos (solares, pila de combustible, pila de hidrógeno...): Ion tiger, NASA Helios.

Por el origen del diseño

• “Dedicado” X-45, X-47, Ion tiger, Reaper, SIVA

• Procedente de un avión no tripulado, modificado. AH6X Little Bird, UH-60 “drone”, QF-16, UA-10 etc, MC-12

Por la forma de despegue:

• Desde una pista: MC-12, Reaper, Dominator (unmanned DA-42).

• Lanzado con catapulta u otros medios mecánicos SIVA.

• Lanzados a mano. RQ-11 Raven.

Por la duración de la misión:

• Larga duración (LE – Long Endurance).

• Media duración (ME– Medium Endurance).

• Corta duración (SE – Short Endurance).

Por cota de vuelo:

• Alta cota/Muy alta cota (HA – High Altitude / VHA).

• Media cota (MA – Medium altitude).

• Baja cota (LA – Low Altitude) RQ-11 Raven.

Por el tipo de control:

• Autónomo y Adaptativo: El UAV está totalmente gobernado por sus sistemas de abordaje, sin intervención del operador en tierra. El UAV tiene la capacidad de replanificar su vuelo en función de los cambios producidos en su entorno. El UAV puede interactuar con otros UAVs (de su tipo o no), toma decisiones solo.

• Monitorizado: El UAV opera de forma autónoma. Un operador controla la retroalimentación del UAV. El operador no puede controlar el UAV (no controla sus mandos), pero puede tomar decisiones por él.

• Supervisado: El UAV realiza unas pocas operaciones de forma autónoma. El control recae en su gran mayoría sobre el operador.

• Autónomo-no adaptativo (o preprogramado): El UAV obedece a una rutina pre-programada, y no tiene la capacidad de cambiar esa rutina para adaptarla a los cambios externos.

• Mando directo por un operador (R/C): El UAV responde directamente a los mandos de un operador.

Equipos a bordo

Los equipos a transportar a bordo son muy variados. Dependen del tamaño de la aeronave, así como de



Ion Tiger

X-50

Mosquito

la misión que deba desarrollar la misma. Las aeronaves no tripuladas pueden ir equipadas con:

Sensores

- Sensores ópticos. Operan en el espectro visible de la luz y permiten la detección e identificación de objetivos terrestres con la máxima resolución. Con todo, necesitan la luz diurna y un firmamento despejado.
- Sensores infrarrojos. Su operación no queda restringida a los periodos de luz diurna. También permiten determinar el estado operativo de instalaciones y centros.
- Sensores de radar. Son capaces de operar casi independientemente de las condiciones lumínicas y climáticas y, hasta cierto punto, pueden incluso penetrar a través de medidas de camuflaje.
- Espectrómetros. Pueden proporcionar un preciso análisis de los agentes químicos presentes en el aire o el suelo. Desde los sucesos del pasado 11 de septiembre y la emergencia de este tipo de amenaza terrorista, la posible aplicación de agentes biológicos y químicos a combatientes y a la población civil ha prestado a este tema una gran importancia.

Armas

- Diseñadas para ellos
- Existentes adaptadas (Hellfire...)

Equipos de navegación y control

Equipos de transmisión y recepción de datos.

Los UAS pueden ir equipados con todos o solo con algunos de estos equipos, en función del tamaño y la misión para la que sean diseñados.

En cualquier caso, son estos sistemas en las aeronaves no tripuladas los que les dotan de su particular valor añadido. La célula de la aeronave es relativamente sencilla, tanto de construir como de diseñar. Son los sistemas a bordo los que diferencian unos UAV de otros, y les capacita para un determinado tipo de misiones, o determinan que un cliente seleccione uno y no otro.

Ventajas e inconvenientes

El empleo de Sistemas Aéreos no Tripulados tienen algunas ventajas y otros inconvenientes, aun por solventar.

Ventajas

- Ligereza.
- Ahorro material y sistemas.
- No límites giros y aceleraciones seguridad tripulación.
- Seguridad para el operador.
- No presurización, no mandos ergonómicos, no ventanas, no sistema de eyección de piloto...
- Seguridad del piloto.

Inconvenientes

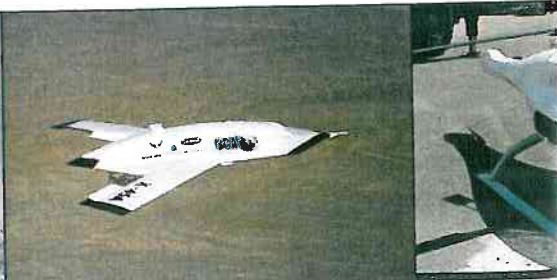
- Seguridad interceptación señales.
- Precio equipos.
- Información estratégica, no se libera, es difícil hacer nuevos desarrollos partiendo de tecnología en el mercado.
- Espectro de frecuencias saturado (telefonía móvil, radio control...)
- Para los comerciales: aceptación del público + certificación.
- Grandes limitaciones por el ancho de banda para transmitir datos.



Minicopter



X-47B UCAS



X-45A UCAS

- Falta de desarrollo/implementación de inteligencia artificial.

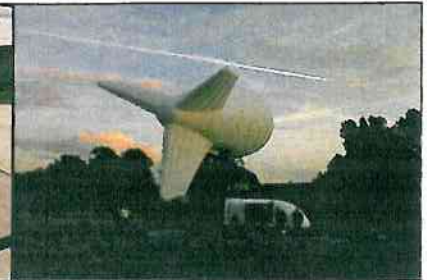
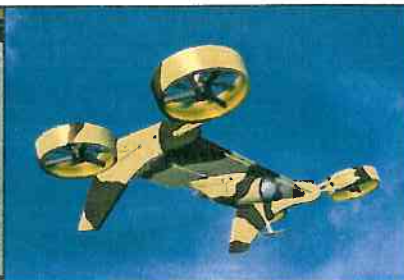
Con todas estas ventajas y desventajas, sería deseable que las aeronaves no tripuladas dispusieran de las siguientes características (en principio enumeradas para aeronaves militares, pero se pueden encontrar características paralelas para las aeronaves civiles):

- Teóricamente, el UAV debe ser capaz de alcanzar las zonas más probables de entrenamiento militar sin necesidad de despliegue adelantado.
- El UAV debe ser capaz de cubrir largos períodos de merodeo, a fin de que la cobertura continua de una zona específica se haga con el menor número de vehículos.
- El UAV debe estar equipado con una "suite" de multisensores, con el fin de asegurar su independencia de las condiciones meteorológicas y de luz diurna. Esto requiere una elevada capacidad de carga útil.
- La supervivencia del UAV exige el equipamiento con medidas autoprotectoras de carácter activo y/o pasivo.
- Debe asegurarse la total conformidad con la normativa de la aviación civil, a fin de posibilitar la participación flexible en el tráfico aéreo general, el despegue desde aeródromos normalizados, las funciones autopiloto y la modalidad de pilotaje por control remoto desde tierra.
- Para facilitar el almacenamiento del contenedor y el lanzamiento aéreo, está equipado con alas desplegables.

Tendencias en el diseño de la célula de la aeronave

Tras repasar los principales modelos de UAVs en el mercado, se pueden extraer varias tendencias.

- En cuanto a la motorización, se tiende al uso de motores alternativos para todas las UAVs hasta 1.000 lb. (454 kg.) de MTOW, y turbina (turbohélice, turbofan o turboeje) para las de más de 1.000 lb. (454 kg.) de MTOW.
- En cuanto a los fuselajes la variación es mayor.
 - En los micro-uav se observa tendencia a las alas volantes, pues permite hacer vehículos muy compactos.
 - En UAVs un poco mayores la tendencia no es tan clara, conviven las alas volantes con los fuselajes comunes. Sí se observa que se tiende a situar el motor en la parte central o trasera, para concentrar los sensores en la zona delantera. En los aviones que montan hélice impulsora en lugar de tractora se tiende al uso del doble botalón, lo que permite crear células más compactas.
 - En las UAV de más de 1.000 lb. la tendencia es al uso de fuselaje convencional, aunque se tiende a cambiar al ala volante. La disposición de los motores es, dorsal en el caso de los turbofanes y trasera en caso de los turbohélices, con hélice impulsora en vez de tractora, concentrando en la proa todos los equipos.
 - En las aeronaves de ala rotatoria tampoco existen tendencias bien definidas, coexistiendo las aeronaves con rotor de cola, con las de rotores coaxiales contrarrotantes. Cuando se necesitan tamaños compactos se tiende al diseño coaxial.
 - Para las aeronaves VTOL se han observado varias soluciones de diseño
 - Convertiplanos, con dos o más rotores basculantes
 - "Lift-Fans", carenados en el interior del fuselaje.



Seldar

VTOL Technologies VTOL

Bell Eagle Eye UAV

Skychips A3000

- “Morphing planes”, que busca aunar ambas aeronaves, avión y helicóptero, en una sola y su conversión en vuelo, como el HADA español
- Respecto a la célula de la aeronave existen otras dos tendencias
 - Diseños “dedicados”. Permiten diseñar una célula totalmente optimizada para el tipo de misión, pero encarece el producto, por tener que asumir el desarrollo de los sistemas de control, de armas... más el de la propia estructura.
 - Diseños adaptados de aviones tripulados. La célula no está especialmente optimizada para el tipo de misión. Pero tiene la gran ventaja de permitir concentrar los gastos en el desarrollo de los sistemas de control, sistemas de misión, armamento... por ser la estructura de una aeronave probada, fiable, con una cadena de montaje ya instaurada y preferiblemente, una cadena de montaje que fabrica en tiradas muy grandes, reduciendo el coste de la estructura al máximo.
- Empenajes
 - Se observa un empleo masivo de la cola en V, como en los clásicos Fouga Magister o Beech Bonanza, o V invertida. Facilita el montaje dorsal de un motor a reacción, y es posible que permita políticas interesantes de reducción de peso al eliminar una de las superficies de control.

Normativa sobre su operación en el espacio aéreo

Están regulados algunos Sistemas Aéreos no tripulados: cometas, pequeños cohetes, aviones r/c, y globos meteorológicos. Sin embargo, esta regulación no cubre apenas ninguno de los modernos sistemas no tripulados. Excluyendo estos sistemas de los UAV que nos interesan, en la actualidad, los UAV sólo están operando en espacio aéreo segregado, para operaciones militares.

Integrar los UAV de manera segura en el espacio aéreo civil posibilitaría que ayudaran en una gran cantidad de aplicaciones civiles y paraciviles. Entre éstas se incluyen patrulla marítima, vigilancia de fronteras, seguimiento agrícola, recogida de datos meteorológicos/atmosféricos y cartografía geológica de infraestructuras desde gran altitud.

No existe normativa internacional alguna sobre su operación en el espacio aéreo. Tan solo algunas normas nacionales, como las de Suiza, Reino Unido o Australia.

Tanto FAA (Estados Unidos) como EASA (Europa) están realizando estudios sobre cómo integrar las aeronaves no tripuladas en sus respectivos espacios aéreos, y por tanto establecer unos mínimos sobre los que certificar estas aeronaves.

Ahora mismo, la operación de cualquier UAV requiere autorizaciones específicas por parte de las Autoridades Aeronáuticas.

Los estudios, publicados, del MIT y de la FAA enfocan la regulación de las aeronaves no tripuladas realizando un estudio de tamaños, masas, probabilidades de fallo, y probabilidades de impacto contra tierra o en vuelo, contra aeronaves tripuladas, concluyendo que, para uso civil regulado son las aeronaves “mini” y “micro” (menos de 30 lb. ~14kg.) las más adecuadas, y no recomendando UAS de más de 1.000lb (454 kg.). Para las primeras, las normas a aplicar serían similares a las reglas seguidas por los aficionados de R/C, no registradas como leyes y sí como normas de clubes de R/C, basadas en consejos de la FAA. Estas normas establecen cotas de operación muy bajas, mantener siempre el contacto visual con la aeronave y se restringe su uso fuera del espacio aéreo controlado, lejos de zonas “problemáticas” como sendas de aproximación y despegue de aeropuertos. Para los UAS más pesados establecen la necesidad de



Scan Eagle

A160T Forester

Sikorsky Cipher



homogeneizar su control con el ya existente del espacio aéreo, aplicándole las mismas normas que a las aeronaves tripuladas, por ejemplo operando bajo las mismas normas que operan en VFR en espacio aéreo no controlado (ultraligeros).

Otra opción contemplada es la operación de UAS del tipo HA o VHA, que vuelan a una cota superior al espacio aéreo que usan los vuelos comerciales. Definamos un espacio aéreo segregado... dinámico. En lugar de una zona entera de exclusión, movamos el espacio aéreo segregado junto con la aeronave.

J. M. G



BlueEye

Joker 2

CamCopter