

EL IMPACTO DE LOS UAV EN LA DEFENSA AÉREA Y SUS IMPLICANCIAS EN EL ÁMBITO DE LA DAA.



Por Alfonso Kaiser Mendía, MBA, MSc, Ingeniero Naval, Investigador asociado del CEEA.

I.- INTRODUCCIÓN.

Los Vehículos Aéreos No Tripulados (UAV), también conocidos como drones, han transformado significativamente el escenario militar en los últimos años. Estos sistemas aéreos caracterizados por su tamaño reducido, bajo costo relativo y facilidad de operación, han introducido un cambio notable en la estrategia aérea, y en forma particular, en la guerra antiaérea. Es esencial destacar que los UAV representan hoy en día, un importante potenciador de fuerzas, ya que, con recursos económicos y medios limitados, es posible afectar la infraestructura crítica, el aparato logístico y hasta medios de combate de un oponente que puede ser muy superior en medios, algo que hasta hace poco era imposible de realizar por parte de fuerzas aéreas pequeñas o con limitaciones de equipamiento.

Bajo la denominación de UAV, se encuentran aeronaves tan disimiles en tamaño y prestaciones como los son, un Elbit Hermes 900 o General Atomics MQ-9 Reaper que presentar prestaciones similares a las de una aeronave convencional con un elevado costo por unidad, como también, otras como el SYPAQ Corvo, construido en base a una estructura de cartón, con componentes que son de fácil acceso en el mercado y cuyo costo es de sólo un par de miles de dólares.

De igual forma, y tal como lo han demostrado algunas acciones realizadas con este tipo de aeronaves en el último tiempo, estos ingenios pueden ser usados por organizaciones no estatales como grupos terroristas, milicias, ejércitos mercenarios u organizaciones de crimen organizado, para atacar blancos civiles o militares, trasladando la amenaza que estas aeronaves representan desde el ámbito militar, al de la seguridad humana o de las personas.

EL IMPACTO DE LOS UAV EN LA DEFENSA AÉREA Y SUS IMPLICANCIAS EN EL ÁMBITO DE LA DAA.



Comparación de Drones de la Guerra de Ucrania: www.droneshield.com

II.- IMPACTO EN LA GUERRA ANTIAÉREA.

Además de ofrecer una serie de ventajas, los UAV están ampliando el alcance y la flexibilidad de las fuerzas aéreas, permitiéndoles operar en áreas previamente inaccesibles. A la par, reducen el riesgo para las tripulaciones aéreas propias, lo que hace que las operaciones militares sean más aceptables para la opinión pública. Estos dispositivos no tripulados, se emplean cada vez en más en roles, que solían ser exclusivos de aeronaves convencionales, como el ataque a objetivos terrestres, la recopilación de inteligencia, ataque a objetivos navales, operaciones de decepción, ISR y el apoyo a las fuerzas terrestres.

En el ámbito de la Defensa Antiaérea (DAA), los UAV están teniendo un impacto significativo en las posibilidades y alternativas en la ejecución de operaciones aéreas ofensivas, al desafiar a los sistemas de defensa tradicionales diseñados para interceptar aeronaves tripuladas y poner en jaque sus capacidades de neutralización de amenazas múltiples de saturación y de pequeñas dimensiones.

EL IMPACTO DE LOS UAV EN LA DEFENSA AÉREA Y SUS IMPLICANCIAS EN EL ÁMBITO DE LA DAA.

En este sentido, la guerra en Ucrania ha evidenciado la vulnerabilidad de las fuerzas (aéreas, terrestres y navales) ante este tipo de ataques, que han causado daños importantes a objetivos tácticos y estratégicos. Estos ingenios se han empleado exitosamente para destruir o dañar gravemente infraestructura crítica, particularmente ucraniana, y ambas partes han utilizado los UAV para saturar las defensas antiaéreas previo al ataque de misiles de mayor velocidad, exactitud y poder destructivo, como también de aeronaves de ataque convencionales.

La amenaza que representan estas aeronaves, ha evidenciado los desafíos que su neutralización implica, ya que los sistemas de defensa existentes deben considerar una nueva amenaza, para la cual no se encuentran preparados debido a las limitaciones técnicas de su diseño original. Hoy, estas defensas deben adaptarse a los requerimientos que estos nuevos blancos de pequeñas dimensiones les imponen, esto necesariamente lleva a la búsqueda de la tecnología que lo haga posible.

A.- DETECCIÓN.

La detección de UAV plantea un desafío considerable, ya que son pequeños, maniobrables y pueden operar a altitudes bajas. Métodos como radares de baja frecuencia, radares de alta frecuencia, radares SAR (Synthetic Aperture Radar), sistemas optrónicos (cámaras infrarrojas y de televisión) y sistemas de vigilancia de radiofrecuencia se utilizan para este propósito. La combinación de estos métodos proporciona una cobertura más efectiva, abordando así la dificultad de detectar UAV.

En este sentido, existen varios métodos para detectar UAV, siendo los más comunes los siguientes:

- 1.- **Radares:** Los radares son los sistemas de detección más utilizados para detectar UAV. Los radares pueden detectar UAV a distancias considerables, incluso a altitudes bajas. Sin embargo, los UAV pueden utilizar técnicas de contramedidas para dificultar su detección por radar.

EL IMPACTO DE LOS UAV EN LA DEFENSA AÉREA Y SUS IMPLICANCIAS EN EL ÁMBITO DE LA DAA.

- a.- **Radars de alta frecuencia:** Los radares de alta frecuencia son los más adecuados para detectar UAV a altitudes bajas. Estos radares tienen un alcance limitado, pero son muy eficaces para detectar objetivos pequeños y maniobrables.
 - b.- **Radars de baja frecuencia:** Los radares de alta frecuencia son más adecuados para detectar UAV a altitudes elevadas. Estos radares tienen un alcance mayor que los radares de alta frecuencia, pero son menos eficaces para detectar objetivos pequeños y maniobrables.
 - c.- **Radars SAR o ISAR:** Los radares SAR (Synthetic Aperture Radar) o ISAR (Inverse Synthetic Aperture Radar) pueden utilizarse para crear imágenes de los UAVs. Estas imágenes pueden utilizarse para identificar el tipo de dron y su operador.
- 2.- **Sistemas optrónicos:** Los sistemas optrónicos, como las cámaras infrarrojas y las low light level television (LLLTV), pueden utilizarse para detectar UAVs a distancias más cortas. Los sistemas optrónicos, son más eficaces que los radares para detectar UAV que operan a altitudes bajas. Sin embargo, los sistemas optrónicos son menos eficaces que los radares para detectar UAV, que operan a distancias considerables.
- a.- **Cámaras infrarrojas:** Las cámaras infrarrojas pueden utilizarse para detectar UAVs a distancias cortas, incluso a altitudes bajas. Las cámaras infrarrojas son más eficaces que los radares para detectar UAV que operan a altitudes bajas, pero son menos eficaces que los radares para detectar UAV que operan a distancias considerables.
 - b.- **Cámaras de televisión:** Las cámaras de televisión pueden utilizarse para detectar UAV a distancias más cortas. Las cámaras de televisión son menos eficaces que las cámaras infrarrojas para detectar UAV que operan a altitudes bajas, pero son más eficaces que las cámaras infrarrojas para detectar UAV que operan a distancias considerables.

EL IMPACTO DE LOS UAV EN LA DEFENSA AÉREA Y SUS IMPLICANCIAS EN EL ÁMBITO DE LA DAA.

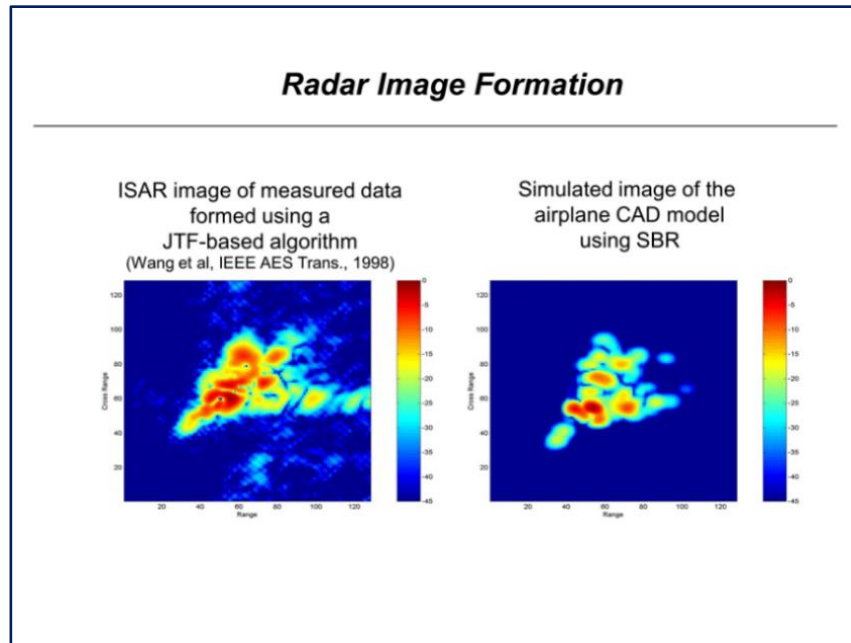


Imagen ISAR: SLD Group @ UT Austin - The University of Texas at Austin.

- 3.- Sistemas de vigilancia de radiofrecuencia: Los sistemas de vigilancia de radiofrecuencia, pueden utilizarse para detectar UAV que utilizan comunicaciones de radio. Los sistemas de vigilancia de radiofrecuencia, pueden utilizarse para alertar e identificar el tipo de UAV y su operador.

Es importante señalar, que la investigación y el desarrollo de nuevos métodos de detección de UAV constituye un área importante para la defensa, y los nuevos métodos de detección deben ser capaces de detectar estas aeronaves distancias mayores y a muy baja altitud, como una forma de poder dar mayores facilidades a los medios de defensa en la neutralización de estas amenazas.

B.- NEUTRALIZACIÓN.

La neutralización de la amenaza que representan los UAV, también impone desafíos debido a sus características especiales, en donde su tamaño reducido en comparación

EL IMPACTO DE LOS UAV EN LA DEFENSA AÉREA Y SUS IMPLICANCIAS EN EL ÁMBITO DE LA DAA.

con las aeronaves tradicionales, ha implicado desarrollar capacidades específicas en el ámbito de las armas o defensas antiaéreas. Las opciones que hoy en esta materia se barajan, incluyen destrucción, interrupción y reducción. Diversas armas de defensa antiaéreas, como la artillería antiaérea, armas de energía dirigida, misiles tierra-aire y guerra electrónica, ofrecen diferentes enfoques con sus respectivas ventajas y desventajas.

1.- Destrucción: Los drones pueden ser destruidos utilizando armas de fuego, misiles o armas de energía dirigida.

a.- Artillería antiaérea: Los sistemas de artillería antiaérea clásicos de mediano calibre, como los cañones Oerlikon GDF-005 con munición AHEAD, los ZU-23-2, los navales de 76/62 mm, 57mm, 40/70 mm y hasta 30 mm o 25 mm, pueden ser efectivos contra UAV a corta distancia, conforme cuenten con un sistema de dirección de tiro que permita determinar la posición futura con precisión y que posean una alta cadencia de tiro o bien espoletas de proximidad que les permitan garantizar un impacto sobre el blanco ya sea directo o por proximidad.

En particular, los sistemas los sistemas CIWS (Close-in Weapon System) diseñados originalmente para destruir misiles antibuques, como el Phalanx y Kashtan, y los sistemas C-RAM (Counter rocket, artillery and mortar) diseñados para destruir munición de mortero y cohetes, como el sistema Phalanx Centurion y el muy conocido Iron Dome, son una excelente opción, ya que su diseño ha sido optimizado para neutralizar amenazas de reducido tamaño. No obstante, se debe considerar que algunos de estos sistemas, particularmente aquellos que emplean misiles de corto alcance o cañones de bajo calibre, por la naturaleza mismas de las armas, proporcionan defensa sólo en el rango del corto y muy corto alcance.

EL IMPACTO DE LOS UAV EN LA DEFENSA AÉREA Y SUS IMPLICANCIAS EN EL ÁMBITO DE LA DAA.



CIWS Kashtan-M: Rosoboronexport.

- b.- Armas de energía dirigida: Las armas de energía dirigida, como los láseres, pueden ser muy efectivas contra UAV. Sin embargo, su desarrollo estaría en una etapa inicial existiendo hoy en día muy pocos sistemas en operación. Estas armas están, conforme al desarrollo tecnológico alcanzado a la fecha, aún limitadas al corto alcance, debido principalmente a las potencias que se han podido alcanzar. No obstante, tienen un enorme potencial a futuro debido a la naturaleza del haz laser y la sencillez que estas armas pueden llegar a tener. A ello se debe sumar el bajo costo por “disparo”, la disponibilidad permanente de los sistemas, ya que no requieren recarga de munición, su simpleza de uso y el hecho que potencialmente serían muy aptas para enfrentar ataques de saturación.
- c.- Misiles tierra-aire: Los misiles tierra-aire, de largo, mediano o corto alcance, como el NASAMS, Stinger, Patriot o el RAM también pueden presentar

EL IMPACTO DE LOS UAV EN LA DEFENSA AÉREA Y SUS IMPLICANCIAS EN EL ÁMBITO DE LA DAA.

capacidades que les permitan ser efectivos contra UAV, lo que dependerá de la superficie aparente radar o radiación IR que presente la amenaza. No obstante, estas armas son caras y la relación costo eficacia, en el caso de su uso para neutralizar amenazas aéreas de bajo valor, puede a la larga convertirse en un desangramiento de recursos económicos. En este caso, el empleo de misiles de alto valor y difícil reposición como los empleados en los sistemas Patriot o Nasams son rentables para neutralizar UAV de alto valor o cuando no existe otro recurso para destruir la amenaza.

- 2.- Interrupción: La trayectoria de vuelo de los drones puede ser interrumpida mediante el uso de guerra electrónica u otros métodos para interferir con su funcionamiento.
 - a.- Guerra electrónica: La guerra electrónica puede utilizarse para interrumpir las comunicaciones y los sistemas de navegación de los UAV. Dentro de los sistemas dedicados a este propósito más usados, está el sistema “Drake” de Northrop Grumman.



Drake system: Foto cortesía de <https://www.unmannedairspace.info>.

- 3.- Reducción: Los drones pueden ser reducidos a una altitud segura utilizando armas de fuego u otros métodos.

EL IMPACTO DE LOS UAV EN LA DEFENSA AÉREA Y SUS IMPLICANCIAS EN EL ÁMBITO DE LA DAA.

C.- DESARROLLO DE MEDIDAS DE DEFENSA AÉREA PASIVA.

Por último, otro elemento que no debe dejar de ser considerado en esta ecuación es el desarrollo de medidas de defensa aérea pasiva destinadas a ocultar, engañar, minimizar y hace más resistentes las instalaciones propias.

Estas acciones, si bien no contribuyen directamente a neutralizar las amenazas que los UAV pueden representar, permiten o mejoran las posibilidades de supervivencia de los medios, instalaciones y del personal.

Entre estas medidas, algunas de las cuales tienen bajo costo y pueden ser aplicadas directamente por las tropas en el terreno, están la dispersión de los medios, el ocultamiento y camuflaje, el uso de señuelos, el endurecimiento o fortificación de las instalaciones, el uso de sistemas redundantes y la construcción de refugios fortificados.

III.- CONCLUSIONES.

A.- Los UAV están cambiando la estrategia aérea, y muy particularmente como hemos visto en este artículo, la guerra antiaérea. Estas tecnologías están ampliando el alcance y la flexibilidad de las fuerzas aéreas, reduciendo el riesgo para las tripulaciones propias y desafiando las capacidades de los sistemas de defensa antiaérea tradicionales. Estos últimos deberán adaptarse a esta nueva amenaza que como ya hemos visto puede presentar pequeñas dimensiones y desplazarse en un rango amplio de velocidades, pero sobre todo, que potencialmente, debido a los bajos costos que en algunos casos tienen, pueden ser empleados para realizar ataques masivos de saturación, en un símil a lo que ha ocurrido con los ataques con cohetes de Hamas a Israel.

Esta nueva amenaza, en particular la capacidad de realizar ataques de saturación, debe ser mirada con detención ya que requiere del desarrollo de tecnología que permita minimizar los tiempos de intervención de los actuales sistemas antiaéreos, reducir los tiempos de recarga de munición, como también, reducir el costo por derribo,

EL IMPACTO DE LOS UAV EN LA DEFENSA AÉREA Y SUS IMPLICANCIAS EN EL ÁMBITO DE LA DAA.

aspectos en los cuales las armas de energía dirigida o directa como los láseres tienen enormes ventajas.

- B.-** En los próximos años, los UAV continuarán desempeñando un papel cada vez más importante y creciente en el campo de batalla. Las fuerzas deberán adaptarse al uso de estas nuevas tecnologías en provecho propio, como también modernizando sus defensas para enfrentar la nueva amenaza como una forma de mantener su ventaja en el combate.
- C.-** Además del desarrollo de la tecnología que permita enfrentar a esta nueva amenaza, las fuerzas terrestres y navales deben considerar la adopción de medidas de defensa aérea pasiva en sus instalaciones y en el desarrollo de sus operaciones. Como bien es sabido, no se puede atacar aquello que no se puede ver, siendo esta premisa la que explica por sí misma la importancia de estas medidas, aunque pasivas, son relevantes al momento de proteger los medios propios.

IV.- REFLEXIONES.

- A.-** La guerra de Ucrania ha demostrado que los UAV, son una amenaza real para las fuerzas aéreas, terrestres y navales, por ello todas las fuerzas deberán desarrollar nuevas estrategias y tecnologías para contrarrestar esta amenaza.
- B.-** En particular, las fuerzas deberán centrarse en los siguientes aspectos:
 - 1.- Desarrollo de sistemas C-UAS¹, antiaéreos o de otra naturaleza, más efectivos contra UAV. En este sentido se deberán desarrollar sistemas con la capacidad de detectar y derribar UAV a distancias mayores, con mayor precisión y con capacidad de enfrentar ataques de saturación.
 - 2.- Mejora de la cooperación entre las fuerzas aéreas, terrestres y navales: También, deberán mejorar la cooperación para coordinar la defensa contra UAV.
 - 3.- Formación del personal militar en el combate contra UAV: El personal militar deberá recibir formación específica en el combate contra UAV, tanto en el empleo

¹ Counter Unmanned Aerial Systems (C-UAS)

EL IMPACTO DE LOS UAV EN LA DEFENSA AÉREA Y SUS IMPLICANCIAS EN EL ÁMBITO DE LA DAA.

- de medios activos como en el empleo de medios de defensa pasiva, altamente necesarios para la supervivencia de los combatientes desplegados en el terreno.
- 4.- Las fuerzas que no se adapten a esta nueva realidad se verán en desventaja en el campo de batalla, con el consabido resultado que ello puede conllevar.
 - 5.- Esta nueva amenaza viene a corroborar un viejo principio de empleo de las armas antiaéreas, el uso de familia de armas o principio de armas complementarias, que señala la necesidad de contar con combinaciones de sistemas de defensa que permitan cubrir desde el largo alcance al muy corto alcance, de forma que las limitaciones de unos sean compensadas por las ventajas técnicas de otros.



C-UAS: <https://www.northropgrumman.com/what-we-do/land/counter-unmanned-aerial-systems-c-uas>.

Bibliografía:

1. Harmer, C. C. (2021). Drone warfare: The changing face of airpower. *Georgetown Journal of International Affairs*, 22(2), 1-12.
2. Moore, R. D. (2022). The impact of UAVs on air defense. *Air & Space Power Journal*, 36(4), 22-35.
3. Boyle, M. J. (2023). Countering UAVs: A new era in air defense. *International Security*, 47(4), 110-144.

EL IMPACTO DE LOS UAV EN LA DEFENSA AÉREA Y SUS IMPLICANCIAS EN EL ÁMBITO DE LA DAA.

4. Centro de Estudios Estratégicos e Internacionales. (2022). The future of air defense: Countering UAVs and hypersonic weapons. Washington, DC.
5. Instituto Internacional de Estudios Estratégicos. (2023). Drone swarms: A growing threat to air defense. Londres.
6. Laboratorio de Investigación de la Marina de los Estados Unidos. (2023). Countering UAVs: A technical primer. Washington, DC.
7. The New York Times. (2022, May 22). Ukraine's use of UAVs has shown the world the future of warfare. The New York Times.
8. The Washington Post. (2023, July 11). UAVs are changing the way wars are fought. The Washington Post.
9. Defense News. (2023, August 12). The drone threat to air defense is real and growing. Defense News.
10. Northrop Grumman. (2023, 17 de Noviembre). Counter Unmanned Aerial Systems (C-UAS). Recuperado de <https://www.northropgrumman.com/what-we-do/land/counter-unmanned-aerial-systems-c-uas>.

Santiago, noviembre de 2023.