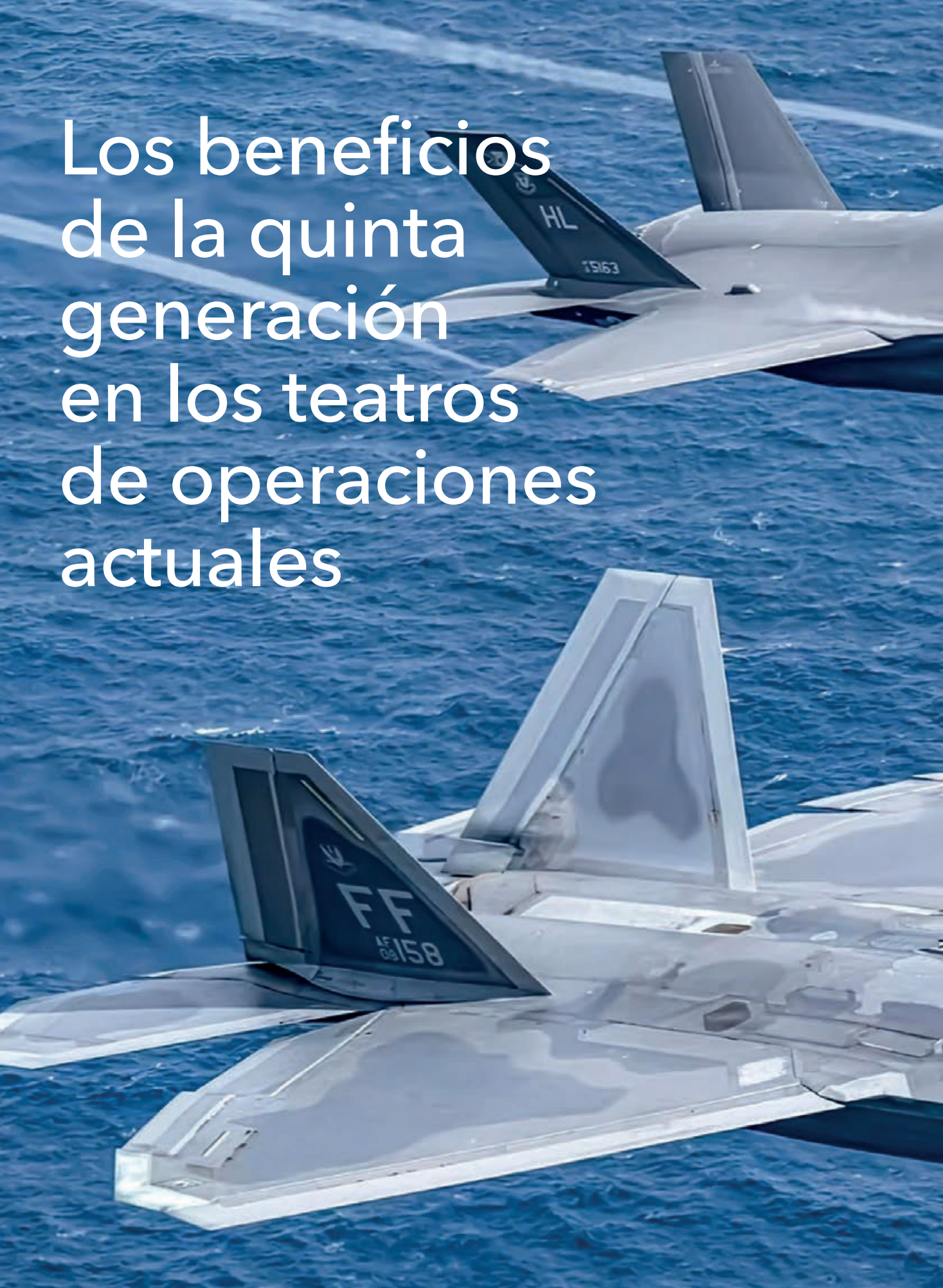



Los beneficios de la quinta generación en los teatros de operaciones actuales





7F-22A Raptor y F-35A Lightning II.
(Imagen: USAF)

**JAVIER SÁNCHEZ-HORNEROS
PÉREZ**
*Analista de sistemas e ingeniero
en el programa FCAS-NGWS*

El siglo XXI comenzó con, entre otros, la hegemonía estadounidense y un estado de guerra asimétrico patente tras el final de la guerra del Golfo. A punto de cumplir sus primeros 25 años, el contexto actual no puede ser más diferente: tras los atentados del 11 de Septiembre del 2001 se inició la «guerra contra el terrorismo», campaña de alcance mundial que persiste hasta nuestros días.

Asimismo, el conflicto en Ucrania y los recientes acontecimientos en Oriente Medio, han puesto de manifiesto:

- La madurez de la era de la información, caracterizada por la hiperconectividad, articulándose una de las bases del concepto de multidominio: las capacidades de computación y ciber.
- La volatilidad e inestabilidad política a nivel mundial, con conflictos de mayor o menor intensidad, prácticamente sucediéndose.
- El incremento de la proyección de China en el panorama internacional, a través de la expansión de su influencia en las llamadas cadenas de islas.
- El fin del estado de guerra asimétrico con el que se inició el siglo actual.
- El incremento de inversión en defensa a nivel global.

Tras el fin de la Guerra Fría, tanto China como Rusia han observado y analizado el transcurso de las operaciones militares llevadas a cabo por la OTAN y sus aliados a nivel estraté-

Independientemente del grado de efectividad y excelencia que lleguen a alcanzar, este incremento de capacidades tienen como objetivo minimizar o denegar los efectos de las operaciones políticas y militares ejecutadas por los países integrantes de la OTAN.

gico, operativo y táctico, identificando tanto el vacío dejado en el plano internacional por Estados Unidos (centrado en los teatros de opera-

ciones de Afganistán e Iraq durante estas décadas), como los potenciales beneficios de este hecho.

El resultado es una clara evolución de su doctrina. Especialmente en China, que incorpora el concepto de defensa activa, describiéndolo como un concepto «estratégicamente defensivo, pero operacionalmente ofensivo».

Además, desde el punto de vista operativo, encontramos una evolución e incremento de las capacidades del concepto IADS (Integrated Air Defense System), desglosada en:

- Desarrollo de los sistemas SA-20 Gargoyle (S-300) y SA-21 Growler (S-400) de origen ruso, y HQ-9 de origen chino y equivalente al S-300.
- Desarrollo y puesta en servicio de nuevos sistemas de armas «punta de lanza» de quinta generación, como los Su-57 y los J-20, con la intención de equilibrar la asimetría actual en el terreno del arma aérea.



Conceptualización del multidominio, en donde todos los activos son un nodo de transmisión/recepción de información. (Imagen: iStock Illustration)



Frontal del J-20. (Imagen: Handout)

- Desarrollo de sistemas aéreos de ataque y bombarderos con capacidades stealth, que en la actualidad, están tomando forma. Cabe destacar el Xian H-20, de geometría similar a las del B-2 Spirit y B-21 Raider, y que se estima, puede tener un radio de acción de unas 5000 millas.

- Armamento y sistemas con capacidades A2/AD (Anti-Access/Area Denial).

Independientemente del grado de efectividad y excelencia que lleguen a alcanzar, este incremento de capacidades tienen como objetivo minimizar o denegar los efectos de las operaciones políticas y militares ejecutadas por los países integrantes de la OTAN.

Nuevamente, el concepto superioridad aérea adquiere la máxima relevancia posible, siendo el principal objetivo en un teatro de

operaciones: si las fuerzas de la OTAN o de una coalición no pueden asegurar el control del cielo, tampoco podrán asegurar la pro-

yección de fuerza. En la actualidad, esta se apoya fuertemente en sistemas de cuarta generación (denominados como plataformas legacy). Sistemas como el F-15E Strike Eagle o el mismo EF-18M, se engloban en este grupo, alcanzando un alto grado de excelencia gracias a los sucesivos programas de modernización ejecutados, enfocados principalmente en la integración de una suite de sensores y de sistemas de autoprotección cada vez más avanzada. Estos sistemas legacy, conviven tanto con los de quinta generación, como con los denominados 4.5 avanzados, destacando en este último el Eurofighter.

¿QUÉ ES UNA GENERACIÓN?

Siendo el término por excelencia empleado a día de hoy, el término generación es una manera como otra cualquiera de agrupar diferentes aviones de combate a reacción, separando/clasificando por familias según similitud de tecnologías/avances de envergadura. Algunos de los criterios seguidos, de disparidad contrastada, son:

- Velocidad y capacidad multi-misión (Richard P. Hallion).



Eurofighter del Ala 14 en vuelo. (Imagen: autor)

- Décadas (Aerospaceweb/Airpower Development Centre Bulletin Classification).

- Según capacidad tecnológica (Airforce Magazine/Jim Winchester).

- Clasificación china (por décadas, aviación propia).

Lo cierto es que el término surge en los años 1990, tras la Guerra del Golfo, la exposición pública del F-117A y el desarrollo del programa ATF (Advanced Tactical Fighter). El creador, Lockheed Martin, pretendía diferenciar las capacidades del F-22A con respecto del resto de aviones en servicio por entonces.

Así, un avión o sistema de quinta generación, dispone de:

- Características de baja/muy baja observabilidad (stealth).

- Supercrucero: capaz de superar y mantener velocidades superiores a Mach 1 sin postquemador.

- Supermaniobrabilidad.

- Carga de pago destinada a la obtención de la superioridad aérea.

- Operación a grandes altitudes (FL>500).

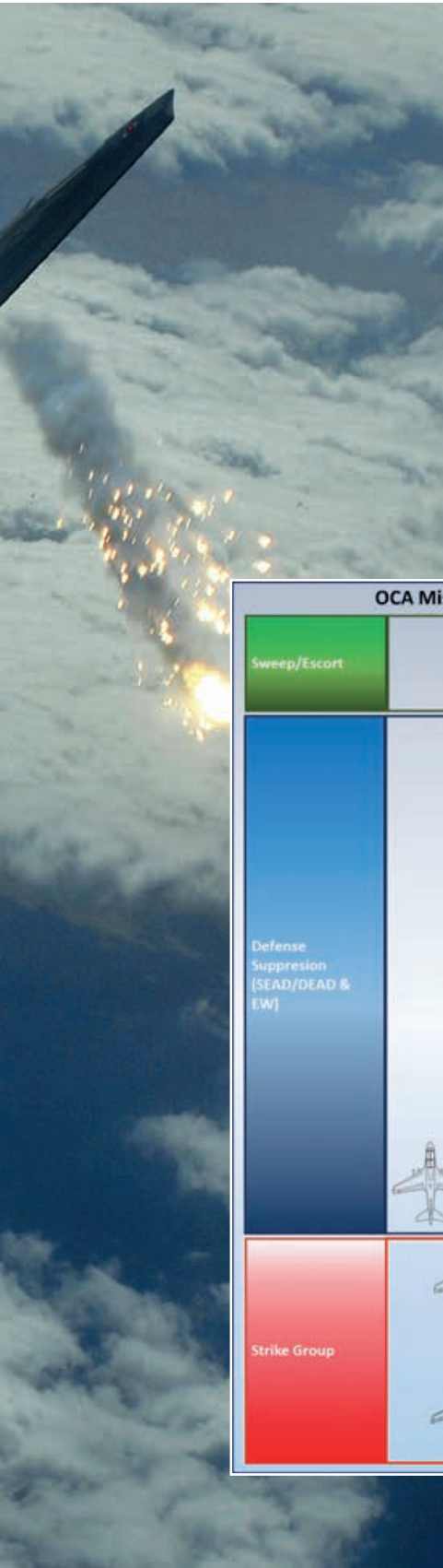
- Sensor Fusion: combinación de datos procedentes de diferentes sensores o, a un cierto nivel, plataformas. Reduce la incertidumbre asociada a, entre otros, cualquier detección, seguimiento y tracking de elementos. Los efectos son un incremento de la *situational awareness*, de la aplicación del ciclo OODA (Observe-Orient-Decide-Act) y llegado el caso, de la ejecución de la Kill Chain actual (F2T2EA, Find&Fix, Track&Target, Engage and Assess), maximizando la efectividad de las operaciones.

- Operación conjunta con activos en la misma red.

Según estos atributos, es evidente que ni siquiera el F-22 (no ejecuta un sensor fusion como tal, acercándose no obstante al concepto) o el F-35 (multimisión, supercrucero reducido) cumplen el listado completo original.

F-22A lanzando bengalas durante un ejercicio. (Imagen: USAF)





CONTEXTUALIZANDO LA NECESIDAD DE LA QUINTA GENERACIÓN. DESDE TORMENTA DEL DESIERTO HASTA NUESTROS DÍAS

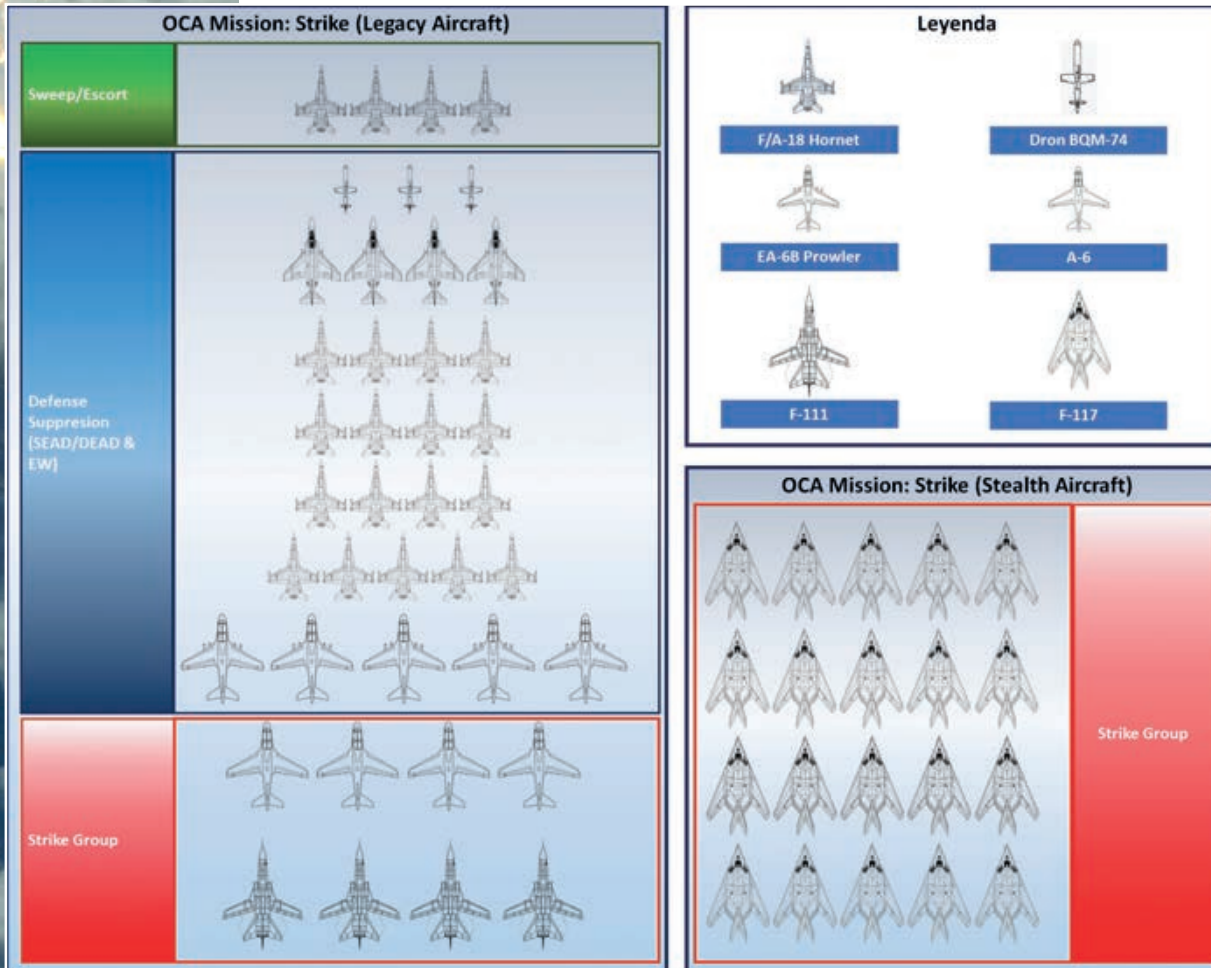
Los activos de quinta generación ofrecen por diseño características de baja/muy baja observabilidad: al menos, una sección transversal de radar mínima (baja firma radar) y una baja firma infrarroja. Los otros espectros (visual y sonoro/auditivo) son más difíciles de lograr, especialmente en los sistemas de caza y ataque.

Esta característica fue determinante para la efectividad alcanzada en la operación Tormenta del Desierto:

para una única misión OCA (Offensive Counter Air) Deep Strike, se emplearon de promedio, un total de 42 aviones de tercera/cuarta generación, de los cuales sólo 8 pertenecían al paquete Strike propiamente dicho, atacando un único objetivo. En cambio, 20 aviones F-117A (primer diseño Stealth) se emplearon para atacar 28 objetivos diferentes. La figura que acompaña el texto ilustra visualmente este ejemplo.

30 años después, desde un punto de vista ligado a las capacidades, han ido sucediéndose una serie de factores esenciales:

- Fin del estado de guerra asimétrico.
- Retirada de gran parte de los



Comparativa de paquetes promedio necesarios para una misión OCA del tipo Deep Strike empleados en la operación Tormenta del Desierto entre aviones Legacy y dotados de características de baja observabilidad. (Imagen: autor)



F-117

protagonistas de Tormenta del Desierto.

- Entrada en servicio de sistemas tanto de quinta generación como de cuarta avanzados. Entre otros, el Eurofighter, programa vivo cuyas capacidades siguen incrementándose paulatinamente.

- Incremento de las capacidades de sistemas de defensa aérea y de aviones no tripulados.

- Entrada en vigor de nuevos conceptos: guerra mosaico, multidominio, *network centric operations*, algunos de los cuales desarrollaremos posteriormente.

Aunque las amenazas y retos a enfrentar han incrementado considerablemente, la opinión más extendida es que los sistemas de cuarta generación podrían perfectamente proporcionar las mismas capacidades ofensivas/defensivas que los de quinta: disponen de características avanzadas, sensor fusion, e incluso condiciones supercruceiro, aunque limitado. Sin embargo, carecen del elemento diferenciador: las características de baja observabilidad. Únicamente este atributo nos proporciona dos consecuencias directas aplicables

al campo de batalla actual y futuro.

- La reducción de la capacidad de supervivencia de un sistema de cuarta generación con respecto de uno de quinta (baja observabilidad).

- Si consideramos, para una misión dada, el empleo de sistemas de cuarta generación, el número de paquetes en el aire dedicados con el fin de proteger al paquete principal, se incrementa considerablemente con respecto el equivalente de sistemas de quinta generación.

Además, desde el propio diseño de su arquitectura, un avión quinta generación en adelante, se caracteriza por las siguientes características:

- Baja observabilidad.
- Rendimiento aerodinámico superior.
- Capacidad de capturar y fusionar información a través de una suite de sensores multispectro altamente automatizados, logrando una ventaja asimétrica sobre cualquier adversario.

Esta sinergia incrementa enormemente la letalidad de estos sistemas y hacen que no puedan ser igualados por cualquier sistema de cuarta generación.

BAJA OBSERVABILIDAD Y RENDIMIENTO

La baja observabilidad es el atributo más destacado de la quinta generación, y a su vez, desde un punto de vista operativo, el requisito para afrontar la amenaza A2/D2. Sin esta característica, un sistema aéreo no podrá enfrentar ni superar la IADS enemiga del siglo XXI sin sufrir cuantiosas bajas. Aunque la tecnología stealth existe desde hace 50 años, a menudo se asocian sus características con la penalización aerodinámica, principalmente por el primer exponente, el F-117, diseñado en base a los conceptos integrados en la imagen que acompaña el texto.

Los 80 trajeron consigo mejoras significativas en la capacidad de computación y en la ingeniería de materiales, pasando de paneles planos triangulares a superficies gaussianas (tridimensionales) que permiten formas aerodinámicas de alto rendimiento sin comprometer un bajo valor de RCS (radar Cross Section, sección transversal de radar). Junto con los últimos avances en motores, permite unas actuaciones cuando no iguales, superiores, a las de muchos sistemas legacy. El ejemplo más destacado es la performance alcanzada por el F-22 Raptor, seguido por el F-35 Lightning II. Ambos, dotados de avanzados sistemas de control de vuelo, son capaces de proporcionar unas *handling qualities* excelentes más allá del ángulo de ataque crítico a un elevado factor de carga, proporcionando, especialmente el Raptor, tasas de cabeceo y alabeo excelente.

Las características stealth no se reducen sólo a un valor reducido de RCS, o de firma infrarroja. Es una aproximación holística que va más allá de estos términos, siendo necesario desde el mismo diseño el tener en cuenta el modo de empleo del espectro electromagnético, denegando o retrasando la detección por parte del adversario: dotar a las

emisiones de radar, radio, sistemas de guerra electrónica y datalinks, de guerra electrónica y datalinks, de características LPI/LPD (low probability of interception/low probability of detection), que implica el diseñar los sistemas de emisión en base a características como direccionalidad, beamforming, haz de emisión estrechos por nombrar algunas de estas.

En un sistema de quinta generación, la combinación de características de baja observabilidad, junto con las características LPI/LPD de sus sistemas emisores, aumentará enormemente tanto su capacidad de supervivencia (retrasando la detección propia), como la capacidad de detección y seguimiento de amenazas, así como la efectividad de su suite de guerra electrónica,

pudiendo penetrar en el espacio aéreo enemigo en un entorno A2/D2. Todo ello, manteniendo un balance SWaP (size weight and power) del conjunto de sus sistemas, equilibrado en cuanto a peso en plataforma, consumo energético y capacidades máximas.

Por el contrario, un sistema de cuarta generación necesitará disponer de más potencia bruta emisora, especialmente en lo concerniente a su sistema de autoprotección, para poder penetrar en el espacio aéreo enemigo y denegar la solución de tiro al enemigo. Y ese exceso de potencia, junto con la carencia de características de baja observabilidad, le harán fácilmente detectable.

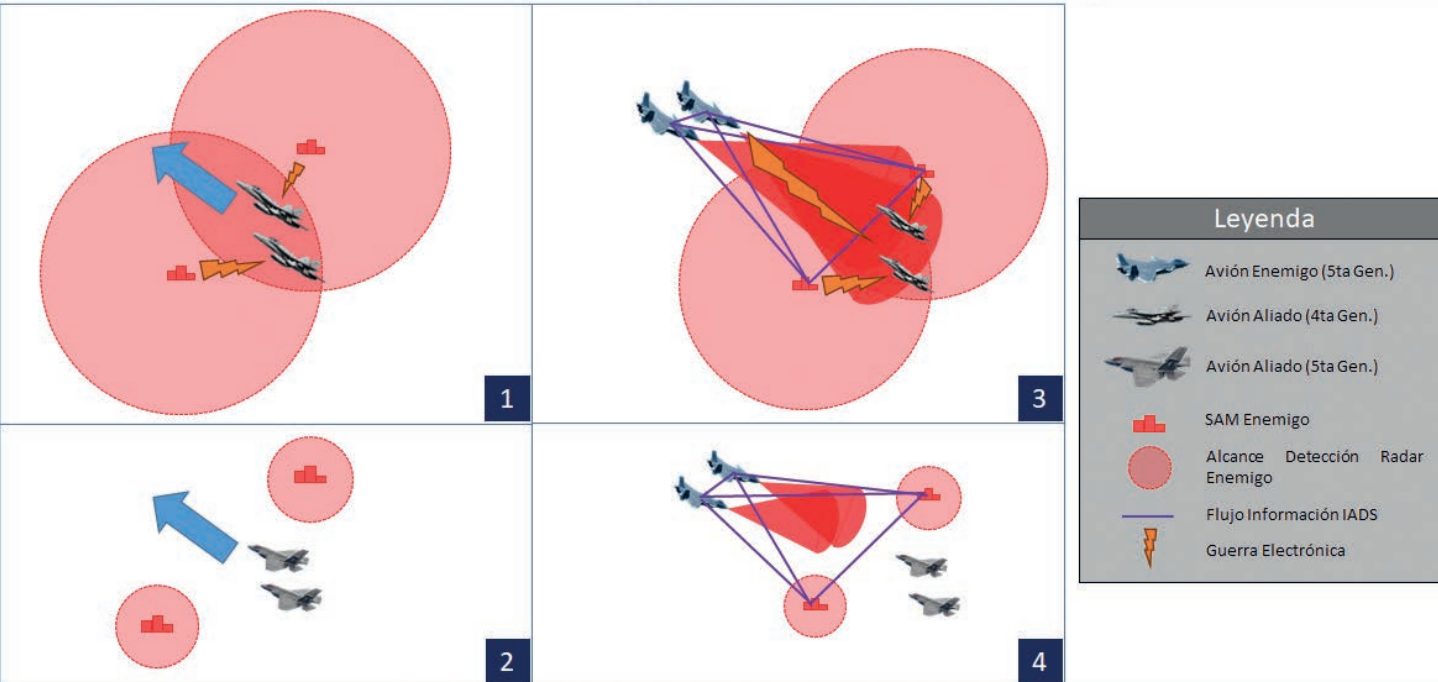
CONCIENCIA SITUACIONAL Y CAPACIDAD DE DECISIÓN. LA

FUSIÓN DE LA INFORMACIÓN

Uno de los principales atributos de un sistema de quinta generación es la capacidad de ayuda a la toma de decisiones, basada tanto en la superioridad de la información proporcionada por una suite de sensores avanzada como en la comunicación de plataformas de este tipo entre sí, incluyendo el intercambio de información con otros activos del campo de batalla. Esta capacidad se sustenta en, al menos, dos características implementadas desde el diseño de la arquitectura: *sensor fusion* y *network centric operations*.

El primero, lo vimos en el apartado de definición de generación. Por su parte, el concepto *network centric operations*, que permite la transmisión de la información entre activos

Supervivencia Frente a SAMs y a un Sistema de Defensa Aérea Integrado



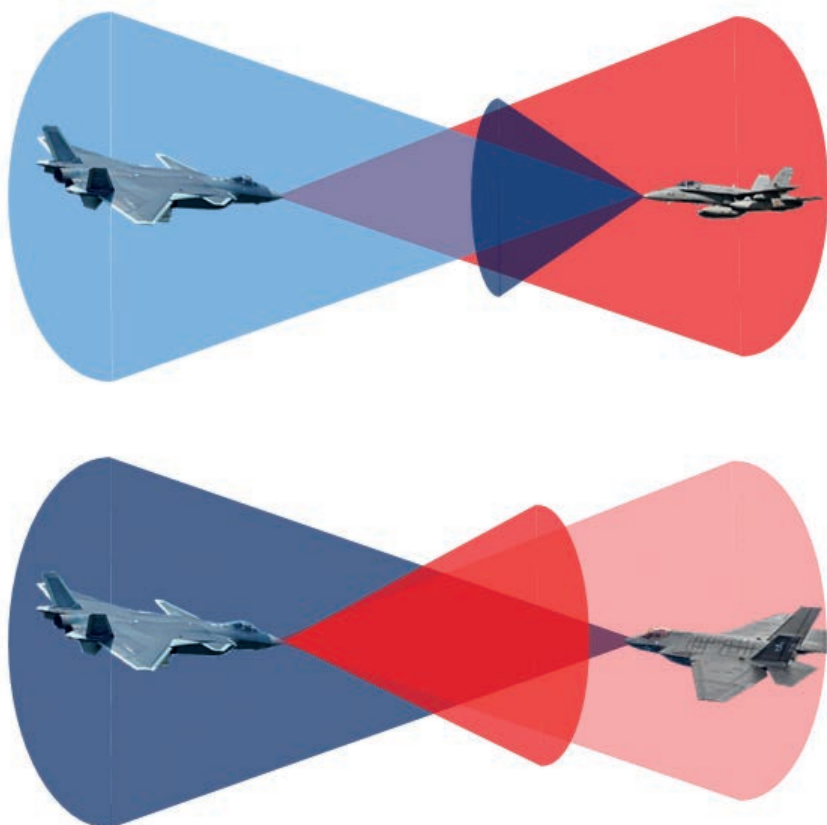
NOTA: Figuras y alcances no a escala.

Los recuadros 1 y 2 muestran los alcances de SAMs frente a aviones de cuarta y quinta generación. En el primer recuadro, los aviones de cuarta generación por carecer de características de baja observabilidad, serán detectados de inmediato, debiendo emplear sus capacidades de Guerra Electrónica para intentar sobrevivir, con todos los efectos que esto conlleva. En el segundo recuadro, los aviones de quinta generación por disponer de características de baja observabilidad, serán capaces de penetrar sin ser detectados, de forma completamente pasiva.

Los recuadros tercero y cuarto muestran, según principios similares (cuarta y quinta generación) los efectos de la IADS enemiga. En el tercer recuadro, los aviones de cuarta generación serán detectados desde un primer momento. En el cuarto, podrán penetrarlas y adoptar las tácticas que se requieran.

Sistemas de cuarta y quinta generación frente a SAMs aislados e IADS. (Imagen: autor)

Alcances de Detección Aire-Aire



Leyenda	
	Avión Aliado (4ta Gen.)
	Avión Aliado (5ta Gen.)
	Avión Enemigo (5ta Gen.)
	Alcance de Radar Aliado Configurado
	Alcance Efectivo de Detección Radar Aliado (detección positiva)
	Alcance de Radar Enemigo Configurado
	Alcance Efectivo de Detección Radar Enemigo (detección positiva)

Alcances de detección radar entre varias plataformas en la actualidad: el avión de quinta generación enemigo tendrá ventaja clara sobre el de cuarta gracias a la capacidad de sus sensores y a su baja sección transversal de radar. En cambio, gracias al nivel tecnológico alcanzado, el de quinta occidental tendrá clara ventaja sobre el oriental. Este gap entre ambos conceptos y soluciones de quinta generación, se reducirá paulatinamente.

Alcances de detección según generación. (Imagen: autor).

de quinta generación, integra los dominios:

- Físico: los eventos del mundo físico (analógico) ocurren, se perciben y traducen al mundo digital por diferentes sensores, fusionándose según el concepto *sensor fusion*.
- Informativo: se transmite la información de forma fidedigna por mecanismos adecuados entre sistemas capaces de recibirla.
- Cognitivo: la información es procesada y se puede actuar en base a ella.

A efectos prácticos, se incrementa la calidad de la información y su distribución veraz, incrementando la *situational awareness* de las plataformas capaces de asimilarla y con



Demostrador del F-35C (Imagen: Lockheed Martin)



Imagen en vuelo de un EF-18M del Ala 12. (Imagen: autor)

ello, la efectividad de las misiones ejecutadas.

Algunos sistemas como el Eurofighter hacen gala de capacidades avanzadas del concepto Sensor Fusion basada en un conjunto de sensores altamente automatizados. Otros, como el EF-18M, si bien avanzados y modernizados más allá de lo que hubiera sido esperable, carecen de ambas, relegando en las capacidades del piloto la integración de la información, procedente de múltiples sistemas. Esto se traduce en la necesidad de controlar e interpretar la información procedente de varios sensores, reduciendo la iniciativa, factor sorpresa, capacidad de maniobra/ opciones del piloto e incluso, las opciones de supervivencia.

Por diseño, arquitectura y capacidades, la cuantía y precisión de información proporcionada por un sistema de quinta generación no puede ser igualada por uno de cuarta. Es la diferencia entre recolectar, conectar y sobreponer información (cuarta generación *legacy*, sin *Sensor Fusion*), y recolectar, correlacionar, comparar, evaluar y fusionar la información de un campo de batalla de forma fidedigna (quinta generación).

LA SINERGIA

La proliferación de adversarios

con capacidades A2/D2 cada vez más pronunciadas fundamentadas en precisamente la denegación o anulación de los activos de quinta generación son cada vez mayores. Irónicamente, esto hace a su vez que sean más necesarios para poder continuar con el normal curso de las operaciones y compromisos a los que hacer frente.

Es precisamente la sinergia entre las características de baja observa-

bilidad, la superioridad de la información, y la capacidad de toma de decisiones proporcionada, basadas en sensores multiespectro, lo que fundamenta la necesidad de plataformas de quinta generación. Sus pilotos pueden tomar la iniciativa en combate con una imagen fidedigna del campo de batalla, denegando o retrasando la detección por parte del adversario y adoptando la iniciativa, permitiendo una ventaja asimétrica real frente a estos. Además, gracias a las características de sus plataformas es cada vez más común que asuman el papel de *battle manager* en un teatro de operaciones, proporcionando la información que no está disponible por distancia, capacidades, o ambos, por parte de los activos habituales.

Estas características se incrementarán con la entrada en servicio dentro de unas décadas, de la sexta generación, fundamentada en la hiperconectividad y el combate colaborativo en el multidominio, basados en el concepto *combat cloud*, en base a unas arquitecturas diseñadas desde su concepción para ello. ■



NGWS (Next Generation Weapon System), sistema de sistemas de sexta generación. (Imagen: Indra)