

El arma de caza de la Fuerza Aeroespacial rusa. La nueva generación

JAVIER SÁNCHEZ-HORNEROS PÉREZ
Ingeniero en el programa FCAS

El creciente ritmo de rearme ruso iniciado en la década anterior es palpable en al menos dos vertientes: la primera, mediante programas de modernización de mayor o menor alcance y la segunda, clave para entender su dirección, potenciando su industria militar mediante la entrada en servicio de nuevos activos que incorporan (o cuya intención es incorporar) nuevas características que proporcionen a la VKS capacidades operacionales similares a las del bloque occidental.

Su-57 en el MAKS 2013. (Imagen pública VKS)



EL SU-57 FELON

Recién entrado en servicio el Su-27 Flanker B a principios de los años 1980, se comenzaron a realizar estudios sobre su potencial sustituto. El enorme hermetismo de la Unión Soviética impidió obtener indicios hasta mediados de la década de 1980, comenzando a tener constancia de programas de investigación y desarrollo en tecnología de baja observabilidad aplicada en aviación y misiles crucero. Sería Rusia la que viera los resultados en la década de 1990, en forma de dos demostradores tecnológicos: el MiG 1.44 MFI (Mnogo-Funktsionniy Istrebitel o caza multifunción) y el S-32/S-37 Berkut (águila dorada, redesignado en 2002 como Su-47). A pesar de ser tremendamente interesantes desde un punto de vista aerodinámico y de actuaciones, ninguno pasó de la fase de demostrador tecnológico.

A estos dos, se les añadió un tercero, más convencional pero igualmente importante, el Su-37 Super Flanker, llevando la plataforma T-10 del Flanker original hasta el límite: utilización de materiales compuestos, toberas de empuje vectorial, *fly by wire* cuádruple, cabina de cristal con palanca de control de vuelo sensitiva lateral (similar a la del F-16) y empleo de aviónica avanzada. El conjunto proporcionaba en la prác-



Imagen del T-50 (avión de ensayos 1). En esta imagen puede verse gran parte de las superficies aerodinámicas, como los timones de cola y la ausencia de estabilizador vertical, y los LEVCONs. (Imagen: Sukhoi)

tica una capacidad de maniobra superior, introduciendo el concepto de «maniobrabilidad extrema», definida como un balance armónico entre control y la propia capacidad.

Sukhoi sintetizó y aplicó la experiencia obtenida en el Su-37 y en el Su-47 en versiones avanzadas del Su-30 y en la creación del Su-35, pero muy especialmente en el T-50 PAK-FA, avión de desarrollo del prototipo del actual Su-57 Felon.

El diseño presenta similitudes con otros de baja observabilidad actuales, especialmente en las secciones frontales y laterales, sumándole características de la familia Flanker en

la forma y disposición de los vanos de los reactores y en el túnel intermedio o *centroplane*, más profundo –de mayor espesor en este caso–, con el objeto de servir como bodega de armamento interna, alojando un total estimado de seis a ocho misiles R-77M. A este conjunto, se añade tren de aterrizaje reforzado para la operación en pistas poco preparadas o en condiciones meteorológicas adversas.

El avión consta de un total de 14 superficies aerodinámicas, diez de ellas tradicionales (elevadores, flaperones, alerones y *slats* así como timones de cola de tipo



De izquierda a derecha, MiG 1.44 y Su-47. (Imágenes: hornet driver y Dmitry Pichugin respectivamente)

completo -sin estabilizador-) y dos de ellas novedosas: los Povorotnaya Chast'Naplyva (PChN), llamados LE-VCONs (Leading Edge Vortex CONTrollers, similar a los LERX (Leading Edge Root Extensions) pero con capacidad de movimiento. Finalmente, las otras dos son las referentes a los TVC (Thrust Vectoring Control). A bajas velocidades, el control en el alabeo se ejerce a través de los alerones, usando los flaperones para generar sustentación. Las superficies son gobernadas por un sistema de control de tipo integrado (Integrated Flight Control System, el *fly by wire* de Sukhoi), con cuádruple redundancia y con funciones básicas y avanzadas, incluyendo la aplicación del concepto agilidad/maniobrabilidad extrema y el desarrollo límite de la envolvente de vuelo del avión que se ha venido demostrando en

diversas exhibiciones, realizando maniobras que por el momento no son posibles de ejecutar en otras configuraciones actuales.

La estimación de la RCS del avión ha sido objeto de estudio de analistas de defensa, siendo uno de los más completos el publicado por el analista y profesor universitario australiano Carlo Koop en noviembre de 2012, utilizando un *software* de análisis de RCS sobre un modelo empírico construido en base a la información pública conocida del T-50 a fecha del año 2010, que tomaba una serie de licencias clave:

- Haber sido modelizado en base a imágenes fotográficas.
- Considerar opacidad total de las antenas y protuberancias a las ondas radar.
- Considerar los conductos de las toberas de admisión y la tobera de

escape como absorbedores eléctricos perfectos (PEA) y la cúpula de la cabina como un conductor eléctrico perfecto (con película de oro o similar).

El resultado fue que la RCS estimada del T-50 presentaba valores similares a las estimadas del F-35 en la sección frontal, incrementándose principalmente en la sección posterior. La realidad, una vez que el Su-57 ha entrado en servicio, ha mostrado unas características de baja observabilidad ciertamente diferentes:

- Ajustes entre elementos no tan estrictos como en sus homólogos occidentales, aumentando protuberancias físicas (antenas entre otros) y aristas susceptibles a incrementar su detección.
- Capacidades indeterminadas de materiales RAM (Radar Absorbent Materials) que ayuden a paliar los defectos constructivos expuestos

Pareja de Su-57. (Imagen: Sukhoi/VVKs)



anteriormente y/o que puedan aplicarse a zonas clave del fuselaje.

- Baja capacidad de dispersión de la señal infrarroja en la atmósfera, dado el diseño de las nozzles de las toberas de escape, visibles a sistemas EO/IR (Electro Optical/Infra-Red) con capacidadesIRST (Infrared Search and Tracking).

La motorización consiste en sensores AL-41F1 (117), versión avanzada del modelo que actualmente monta el Su-35S, contando con sistemas FADEC (Full Authority Digital Engine Control). Las capacidades de empuje varían según la fuente consultada, situando los datos de partida en aproximadamente 33 000 libras.

Las imágenes que han trascendido hasta el momento del cockpit muestran semejanzas con el Su-35S, así como el empleo de los conceptos IDACS o Integrated Digital Aircraft Control System (integración funcional de la información disponible en



Panza del Su-57. Pueden observarse las compuertas de la bahía de armamento interno. (Imagen: VKS)

los displays) y Dark Cockpit (eliminación del número de alertas innecesarias por malfuncionamiento de algún sistema). El piloto contará con el HMD (Helmet Mounted Display) Geofizika-NV ZSh-10, que empleará «realidad aumentada» e interactuará con la aviónica, permitiendo presentar tanto datos del vuelo (velocidad, altura...) como elementos de interés situados en los puntos ciegos del avión para el piloto. Se espera la integración de funcionalidades completas a partir del Block 2 (2025).

En lo que respecta a los sistemas de búsqueda y seguimiento de objetivos, se mantienen con respecto de los que se manejaban durante su prototipo.

Haciendo gala de un cierto nivel de Sensor Fusion, el sistema se engloba dentro de la suite N036UVS, constando de dos grandes bloques: el primero, el Sh121 MIREs (Multifunctional Integrated Radio Electronic System), desarrollado por el NIIP y compuesto por la suite N036 Byelka y el sistema de guerra

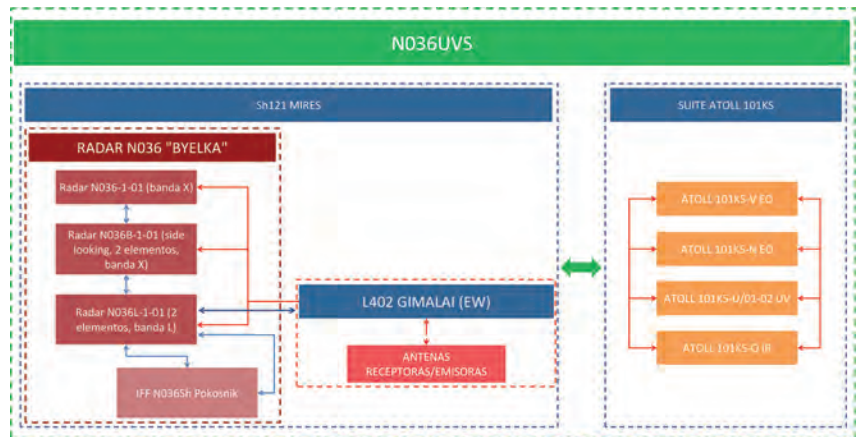


Diagrama simplificado del N036UVS indicando el flujo de información según información disponible. (Imagen: autor)

electrónica L402 Gimalai. El segundo, el sistema electro-óptico integrado 101KS O-E IOS Atoll.

El N036 Byelka está formado por:

- Radar AESA N036-1-01 (banda X) con 1552 módulos de recepción/transmisión (T/R) con un *tilt* o cabeceo positivo de 15.°, FOV (Field Of Vision) de +/-60.° gracias a la tecnología de polarización vertical, basado en tecnología de nano-heteroestructura GaAs (permite una enorme concentración de electrones en la banda prohibida).

- Dos radares AESA N036B-1-01 (banda X) con funciones *side looking*, de 358 módulos T/R distribuidos en 36 filas verticales, disponiendo de espacio para la instalación de 40 módulos adicionales. Pueden seguir objetivos aéreos y terrestres, aumentando el FOV a +/-135.° complementando al N036-1-01.

- Dos radares N036L-1-01 (banda L) integrados en los bordes de ataque. Empleados tanto para el sistema IFF como para guerra electrónica (EW). Su operación les permite detectar aviones con características de baja observabilidad en la banda X.

- Finalmente, el cuarto componente es el sistema IFF N036Sh Pokosnik,

que opera a través de los radares de banda L, N036L-1-01.

La *suite* completa, que además proporciona y recibe datos por datalink, es capaz de detectar y clasificar aviones hostiles a una distancia de 400 kilómetros. Se estima que es capaz de seguir a 60, atacando simultáneamente a 16, y compaginar funciones aire-aire y aire-suelo. Por su parte, el sistema de guerra electrónica L402 Gimalai o Himalaya cuenta con sus propios módulos de transmisión/recepción dispuestos en zonas claves del fuselaje, e interactúa con los del radar Byelka cuando es necesario operar en las mismas frecuencias de radar de este.

El sistema electro-óptico integrado 101KS O-E IOS Atoll (Optiko-Elektronnyya Interirovannaya Sistema) comprende los siguientes elementos:

- 101KS-V EO (OLS-50M): subsistema destinado a la búsqueda y seguimiento de objetivos aéreos, con alcances de detección máximos estimados de unas 50 millas en actitud *rear* y de aproximadamente unas 25-30 millas si la detección es *face to face*. Instalado frente al *cockpit*, en configuración similar a los EOS de la familia Flanker.



Su-57 con un pod externo (sin identificar). (Imagen: Copyright Vadim Savitsky/Airforce.ru)

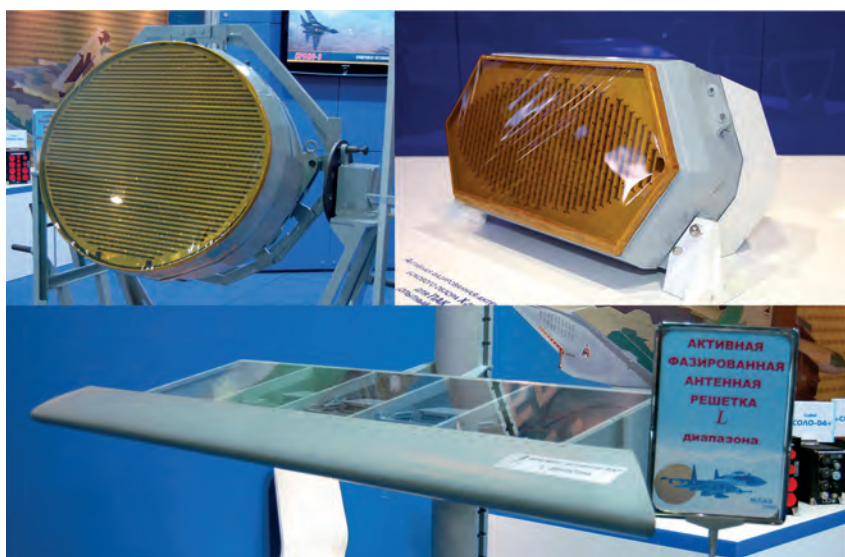
- 101KS-N EO (Nazemnyl - ground-): navegación y designación de objetivos terrestres. Se espera que la tecnología empleada en el mismo sea similar a la utilizada en el subsistema 101KS-V.

- 101KS-U/01 (ó 02) UV (ultraviolet): subsistema MAWS (Missile Alert Warning System). Instalado a ambos lados de la cabina, y otros dos en las partes superior e inferior del fuselaje.

- DIRCM (Direct InfraRed Countermeasures) 101KS-O IR.

El Su-57 fue desplegado en el teatro de operaciones sirio, en el transcurso de 10 misiones de combate reales en febrero de 2018 y un número indeterminado en 2019, según declaraciones a la agencia TASS por parte del jefe de Estado Mayor ruso, Valeri Guerásimov.

El programa vivió tiempos difíciles en 2018, con la cancelación de la mayoría de los pedidos inicialmente



De izquierda a derecha y de arriba a abajo. N036-1-01 (imagen de Allocer), N036B-1-01B AESA (imagen de Vitaly V. Kuzmin) y N036L-1-01 AESA radar (Imagen: Allocer)



propuestos reduciendo la cuantía a únicamente dos adicionales a los que ya estaban en servicio, recibiendo recientemente un nuevo impulso en la forma de un Block 2 mejorado que empezaría a recibirse a partir de 2025. Así, entre Block 1 y Block 2 Rusia dispondría de cerca de 100 efectivos de este avión. Si bien en lo que respecta a la *suite* de sensores no parece haber cambios significativos que hayan trascendido a la luz, sí toman fuerza la integración de los siguientes elementos:

- Potenciales mejoras respecto a características de baja observabilidad.
- Potenciales controles mediante DVI (Direct Voice Input).
- Nueva motorización (Izdeliye 30), planificada desde las fases iniciales del programa, proporcionando un empuje de entre 37 000-40 000 libras. Este nuevo motor traería consigo una nueva configuración de las *nozzles*, incrementando las características de baja observabilidad especialmente en el espectro infrarrojo.

- Pods adicionales: 101KS-N de navegación y puntería, complementando los sistemas integrados en el propio avión, y el 101KS-P destinado a funciones Low Level Flight y de ayudas a la toma final.

- Integración de nuevo armamento, como el misil R-37M VLR (Very Long Range) o el K-77M / ME equivalente al METEOR europeo.

Además del Block 2 se están planeando tanto una versión biplaza,



Su-57 en configuración mixta, ensayando el Izdeliye 30 integrado en la bahía izquierda contando como back-up con un AL-41F como motor derecho (imagen VKS). Detalle de las toberas de escape 3D del Izdeliye. (Imagen pública, Corporación Estatal Rostec)

destinándose o bien a exportación o bien para el empleo conjunto futuro con elUCAV (Unmanned Air Combat Vehicle) Su-70 Okhotnik-B, como una versión de exportación, denominada «E» por los medios, que tendría como objetivo algunos países de oriente medio entre otros.

UN FUTUROUCAV. EL SU-70 OKHOTNIK-B

Empleando las lecciones aprendidas del Programa Skat de Mikoyan Gurevich, el Su-70, prototipo desvelado al público durante el MAFS de 2019, ha emergido como una potencial respuesta creciente flota de drones de combate y *surveillance* de occidente. En el caso concreto del Su-70, inicialmente fue enfocado a este último bloque, perfilando cada vez más una funcionalidad multirol.

Un primer vistazo a las imágenes del prototipo, de 20 metros de envergadura que integra como planta de empuje un Saturn AL-31F sin

capacidades de postcombustión, muestra una configuración aerodinámica basada en el concepto *blended wing* (fuselaje integrado), ala en flecha muy pronunciada, y carencia de timón/estabilizador vertical, así como rasgos muy similares al RQ-170 Sentinel operado por la USAF, con una geometría claramente enfocada a la obtención de características de baja observabilidad, con una serie de posibles carencias que impedirían obtenerla:

- Calidad y tolerancias de ajuste entre elementos sin determinar, previsiblemente al nivel que se ha estimado para el Su-57.
- Gran número de protuberancias en forma de antenas y sondas en la aeroestructura. Dado que algunas de ellas estarán actualmente instaladas para la fase de ensayos en vuelo, puede que el número se vea reducido.
- Tomas de admisión de aire cuya configuración no camuflaría la sección del compresor, especialmente la primaria, siempre según imágenes.

• Tobera de escape del AL-31F totalmente expuesta frente a la detección por radar/sensores infrarrojos.

• Efectividad de sus sensores y sistemas, factor de muy difícil evaluación.

Desde 2019 se ha venido realizando sobre este primer prototipo una campaña de ensayos en vuelo, completando diversos hitos entre otros, el vuelo en formación con un Su-57 en 2019, así como empleo de armamento aire-suelo.

A raíz de la serie de carencias enumeradas, emergió un segundo prototipo en diciembre de 2021. En un análisis nuevamente basado en imágenes y declaraciones públicas distribuidas por Rostec, se han producido cambios en el conducto de admisión que adopta una forma achatada en su sección superior, eliminando un cierto número de antenas y protuberancias externas del fuselaje (aunque puede que no estuvieran instaladas en el momento



Mikoyan Gurevich Skat. (Imagen: Nikolay Novichkov/TASS)



Primer prototipo del Su-70. (Imagen: reportaje público emitido por la cadena Zvezda)

de tomar la imagen), dejando un par de sondas a ambos lados del borde de ataque posiblemente destinadas a la medición de datos aire para el análisis de la *performance* y la correlación entre datos anemométricos. Asimismo, este nuevo prototipo será controlado mediante una nueva Ground Station. A destacar también las declaraciones de Alexei Krivoruchko, viceministro de Defensa de la Federación rusa, indicando que el dron es «altamente inteligente» y «capaz de resolver una amplia gama de tareas individualmente, en grupo y junto con aviones tripulados».

SUKHOI CHECKMATE

El Checkmate (designación T-75), presentado como maqueta estática en el MAKS de 2021, es la nueva propuesta de avión táctico ligero de Rostec. El objetivo inicial de este nuevo programa, cuyo primer vuelo está planificado para 2023, es convertirse en la respuesta de la industria rusa al Shenyang FC-31 chino, fuertemente basado en el F-35 estadounidense, mediante una agresiva política de bajo coste de adquisición del avión, tasado entre 25-30 millones de dólares.

Las imágenes que han trascendido revelan ciertas semejanzas con el programa X-32 de Boeing, es-

pecialmente en la configuración y localización de la admisión, basada en apariencia en el concepto DSI (Divertless Supersonic Inlet), camuflando la sección del compresor. Dispone de una cola en V combinando funciones elevador y timón, (*ruddervator* según nomenclatura actual). El conjunto proporcionaría ciertas características de baja observabilidad en la sección frontal (desconociendo materiales del revestimiento y tolerancias de fabricación –ajustes entre ellos–, así como la efectividad lograda en el diseño según el criterio *planform alignment*). La configuración de la sección posterior revelaría ciertos potenciales *hándicaps* en este sentido:

- La mayor superficie del fuselaje posterior debido a la configuración en «V», para la prevención del *sneaking*.

- La tobera de escape del motor, que parece ser el Izdeliye 30, con el perfil dentado característico de sus *nozzles* vistos anteriormente, desconociendo su efectividad final.

Los datos que han trascendido sobre sus equipos y sistemas se enumeran a continuación:

- Diseñado bajo el principio de arquitectura abierta, siendo relativamente fácil la incorporación de nuevos elementos de diversa índole.

- La aviónica estará diseñada bajo los criterios de modularidad y potencial de crecimiento, monitorizada por un sistema logístico automatizado integrado llamado Matryoshka.



Segundo prototipo del Su-70. (Imagen: prensa Rostec)



El Checkmate acompañado del Su-57. (Imagen: pública VKS)



Vista aérea del Checkmate y el Su-57. (Imagen: pública VKS)

- Sistemas de búsqueda y seguimiento de objetivos probablemente basados en una adaptación de la *suite* N036 Byelka del Su-57 contando únicamente con el radar AESA N036-01-1 prescindiendo de los demás elementos. Contaría con unIRST para el seguimiento pasivo.

La carga de pago máxima está estimada en 7.5 toneladas. Dispone de bodega interna con capacidad para cinco misiles aire-aire. Se descartaría la integración de un cañón interno en favor de un *pod* externo incorporándolo.

MIKOYAN PAK DP (CÓDIGO DE PROYECTO IZD.41)

El proyecto más futurista y conceptual es sin duda el del MiG PAK DP, un desarrollo bautizado por la prensa como MiG-41 dado su código de proyecto (los aviones rusos no toman designación oficial hasta que no está próxima su entrada en servicio), enfocado a la sustitución del MiG-31, aprovechando proyectos que se iniciaron en la década de 1990. Las primeras informaciones y rumores, que salieron a la luz hace

aproximadamente cinco años, eran más conceptuales y abstractas que reales, hasta que en el año 2018, el director general de Mikoyan, Ilya Tarasenko hizo mención pública al mismo, indicando que había entrado «en fase de diseño experimental», dentro de un ciclo cuyo resultado se materializaría en diez años.

El diseño conceptual finalizaría un año después. Actualmente está en fase de pruebas en túnel de viento, dando unas ligeras trazas sobre sus capacidades operacionales:

- Baja observabilidad.
- Altitud operacional similar o superior a la del MiG-31.
- Capacidad ampliamente supersónica, con velocidades máximas alcanzables del orden de mach 4.0 y velocidades de crucero cercanas al mach 3.0, empleando una variante futura del Izdeliye 30.
- Sistemas de búsqueda y seguimiento de objetivos desconocido. Cabe la posibilidad de un desarrollo AESA futuro basado en la arquitectura de la actual *suite* N036, destinada al guiado de los nuevos misiles R-37M de muy largo alcance y que actualmente pueden integrarse en el MiG-31BM.
- Capacidad de interceptación de misiles hipersónicos mediante armamento capaz de realizar dicha función.

En este momento, únicamente circulan imágenes conceptuales del avión firmadas por diversos diseñadores gráficos (algunas de ellas muy impresionantes), por lo que no es posible determinar una forma siquiera aproximada en el momento actual.

AVIONES DE ATAQUE Y BOMBARDEROS

Si bien fuera del alcance de esta serie de artículos, hay que destacar las dos vertientes restantes del arma aérea ofensiva rusa, los aviones de ataque y bombarderos.



Tu-160. (Imagen: pública Mil.ru)

Dentro del primer grupo tendríamos a los Su-24M Fencer y del Su-25SM Frogfoot. Si bien el primero fue desplegado en el teatro de operaciones sirio, demostrando su capacidad de lanzamiento de armamento no guiado gracias al sistema de bombardeo ciego SVP-24 y a la coordinación entre los dos tripulantes. El caso del Su-25M es más específico: siendo el equivalente al A-10 estadounidense, centrándose más en misiones CAS

(Closed Air Support) e interdicción, modernizado con respecto a versiones anteriores del avión. No obstante, dada tanto la alta carga del trabajo que representa operarlos, como la reducida conciencia situacional y reacción ante amenazas aéreas occidentales, así como la cada vez más reducidas opciones de supervivencia frente a estos, su destino es ser paulatinamente sustituidos por el Su-34, especialmente en el caso del Fencer.

Respecto a los bombarderos, Rusia cuenta con una larga flota de activos, destacando los Tupolev Tu-95MS Bear-H, los Tu-22M3 Backfire y los Tu-60M Blackjack. Los primeros datan de los primeros años de la guerra fría, mientras que los segundos son de tipo supersónico. La misión principal del Backfire es la de ataque a los grupos de portaviones, empleando misiles antibuque, aunque también fueron desplegados en el teatro de operaciones sirios realizando misiones de bombardeo convencionales. Respecto al Tu-160M, se han comenzado en 2022 a entregar una serie de aviones modernizados, designados como Tu-160M2, que incorporan nuevas motorizaciones, cabina de cristal en el *cockpit* y mejoras en los equipos de aviónica, destacando una nueva *suite* de contramedidas, comunicaciones y armamento.

Un nuevo tipo de bombardero, análogo en su concepción al B-2/B-21 estadounidense basado en características de baja observabilidad, estaría siendo desarrollado en la actualidad, el llamado PAK DA. Según filtraciones no confirmadas, el



Su-24M. (Imagen: Alexander Mishin)

prototipo volaría hacia 2025 por lo que, en el momento actual, no deja de ser un proyecto a horizonte futuro hasta que pueda ser posible un mayor encuadre de capacidades.

CONCLUSIONES FINALES

Toman especialmente relevancia los nuevos desarrollos descritos en esta última entrega de la serie. El esfuerzo más palpable es sin duda el binomio comprendido por el Su-57 y el Su-70, que revela por su naturaleza una aproximación a lo que es actualmente la corriente de desarrollo de futuros programas de sexta generación occidentales. Un análisis del Su-57 basado en parámetros e imágenes públicas revela un desarrollo no maduro en lo que respecta a características de baja observabilidad, si bien son ampliamente superiores a las de la familia Flanker actual, potenciando aún más la maniobrabilidad característica de esta. La falta

de madurez podría, siempre a corto plazo, trasladarse a los nuevos desarrollos. No obstante, es necesario reseñar el esfuerzo de la industria rusa en términos de mejora continua, paliando paulatinamente los defectos encontrados en cada nueva iteración.

En términos generales, y considerando la actual carencia en tecnología de baja observabilidad, el enfoque ruso priorizaría la integración, en sus activos aéreos, de sistemas de búsqueda y seguimiento de objetivos de mayor alcance, capacidad y resolución que no solo acorten el *gap* existente actual con la tecnología occidental, sino que permita la detección y supresión de sus activos de baja/muy baja observabilidad, aplicando este mismo principio al desarrollo de armamento que se está desarrollando estos últimos años. Por tanto, el papel de defensa aérea recaería en un mayor

peso (pero no principalmente) a una altamente desarrollada IADS en continua mejora. Asimismo, habría que considerar la actual carencia de horas de vuelo anuales para unidades no desplegadas, una media de unas 120 horas por parte del 116 UTsBPr, el escuadrón de *aggressors* ruso, que superan las del resto de unidades operacionales por un amplio margen.

Así, considerando el conjunto actual, puede concluirse que la progresiva incorporación de nuevos activos con iteraciones de mejora constantes y el paulatino rearme, junto con una posible colaboración tecnológica con China, redundará en una aceleración de las capacidades operativas militares en el arma aérea de la Federación rusa a medio plazo, debiendo por tanto considerar preparar a los programas de sexta generación actuales para un posible escenario de este tipo. ■



Concepto PAK DA. (Imagen: prensa Ministerio de Defensa de la Federación rusa)