

El Sistema de Vigilancia y Control en 2035

JUAN A. DE LA TORRE VALENTÍN
Coronel del Ejército del Aire

ENTORNO OPERATIVO

Los artículos anteriores han mostrado como ha sido la evolución del Sistema de Vigilancia y Control, como será en los próximos años y su papel dentro de la Estrategia de Seguridad Aeroespacial Nacional. Sin embargo, 2035 marca el horizonte para un salto cualitativo en su evolución. Un salto que sin ser revolucionario, dado que se asentará en la experiencia adquirida, debe permitir una nueva concepción de la función de mando y control, teniendo en cuenta la velocidad en que sucede el cambio tecnológico.

La elección de 2035 obedece a muchos motivos y coincide plenamente con el horizonte que se refleja en el documento Entorno Operativo 2035, dirigido por el Centro Conjunto de Desarrollo de Conceptos (CCDC). En 2035 las

tecnologías emergentes y disruptivas habrán incrementado enormemente los riesgos si nuestro Sistema de Vigilancia y Control no evoluciona al mismo ritmo. En palabras del entonces jefe de Estado Mayor de la Defensa, general de Ejército Fernando Alejandro Martínez «la incertidumbre y la necesidad de adaptabilidad continua que demandará el entorno operativo futuro, hacen que la única constante en la búsqueda de ese objetivo sea el cambio».

Los programas cuya ejecución ha empezado o empezará durante los años 2021 y 2022 deben asegurar la continuidad del Sistema de Vigilancia y Control durante un periodo de 15 años. Aunque no debemos caer en el error de pensar que la foto será estática durante esos 15 años, estamos en el momento que permite planificar adecuadamente las ca-

AOC-D GRUMOCA



pacidades a largo plazo y desarrollar conceptos que puedan ser convertidos en programas de adquisición.

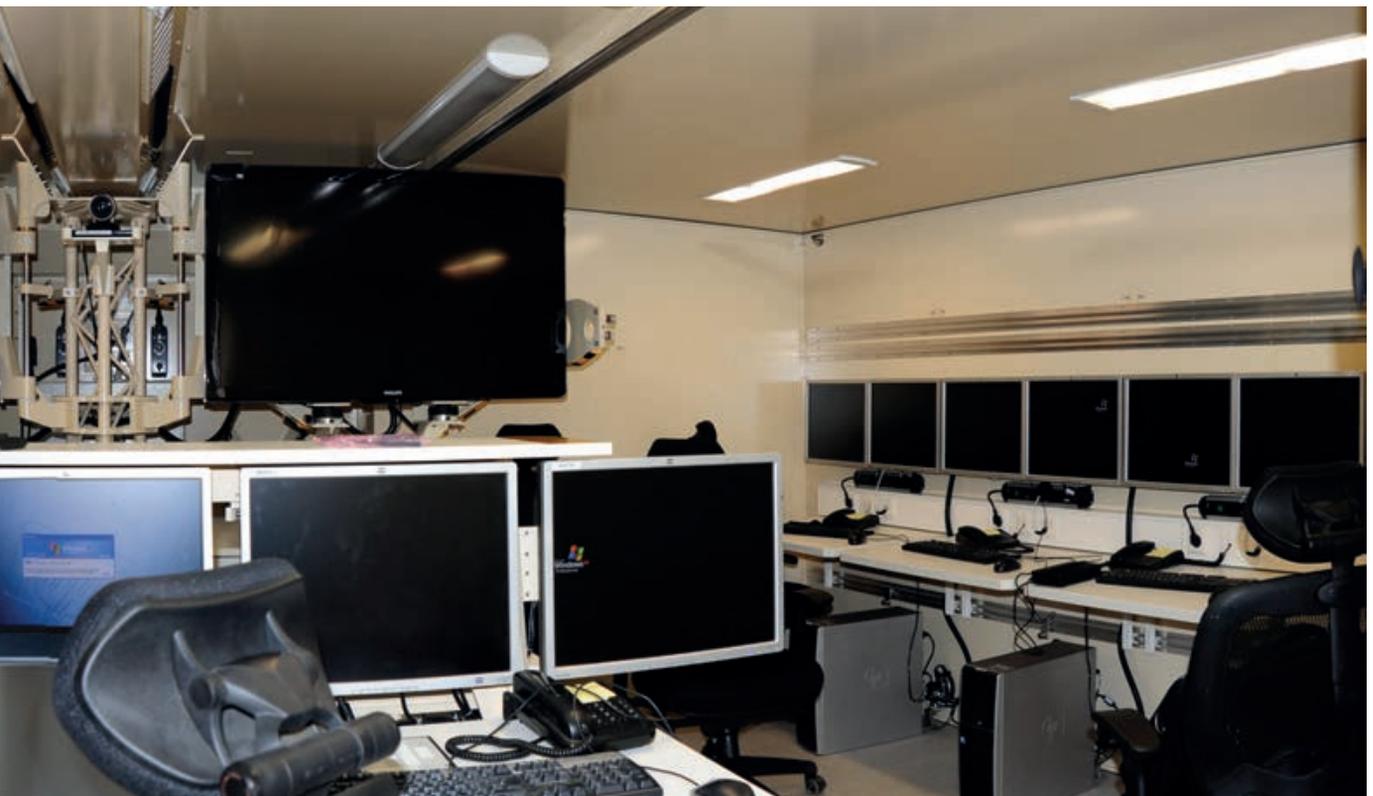
AFSC, ACCS, MDOC2, NGWS, SC2N ...

Además, 2035 coincide con la fecha en que la futura capacidad de vigilancia y control de la Alianza Atlántica entrará en servicio. La AFSC (Alliance Future Surveillance Capability) es bastante más que el simple reemplazo de los E3A que constituyen el núcleo de la capacidad de vigilancia, mando y control aerotransportado de la OTAN (junto con las aportaciones nacionales) y serán retirados del servicio alrededor del 2035 con más de 60 años de vida.

La discusión sobre el programa AFSC (Alliance Future Surveillance Capability) se inicia en 2014 haciendo una revisión de la capacidad requerida, para definir las posibles opciones evitando desde el primer momento poner el foco en el reemplazo de E3A. Desde 2014 a 2016 se realiza la fase preconceptual que proporciona información suficiente para la declaración de los jefes de Estado y de Gobierno, en la cumbre de Varsovia de julio de 2016, que se puede considerar el inicio formal del programa, «en 2035, la Alianza debe disponer de una capacidad que dé continuidad al E-3 AWACS. Basándonos en los requisitos militares de alto nivel, hemos decidido iniciar colectivamente el proceso de definición de opciones para las futuras capacidades de vigilancia y control de la OTAN».

AFSC se encuentra actualmente en la segunda etapa de la fase de concepto, con los estudios de viabilidad de reducción de riesgos de tres conceptos técnicos de alto nivel, seleccionados a partir de seis, identificados inicialmente. En 2022 se debe seleccionar un único concepto técnico que será la base para la fase de desarrollo con el objetivo de iniciar la producción en 2025 y tener la capacidad en servicio en 2035. Especialmente interesante es el concepto de vigilancia distribuida con la función de mando y control separada. Este concepto propone la integración de una gran variedad de entidades (plataformas, sensores y centros de mando) y sistemas en una arquitectura común interoperable.

No es solo AFSC el sistema que cambiará el modo de entender la vigilancia y el control en el 2035. El ACCS (Air Command And Control System), el gran programa de la Alianza para el mando y control aéreo que lleva en desarrollo desde 1994, se encuentra hoy en día en una encrucijada. Concebido como una única plataforma integrada que da soporte tanto a las funciones *real-time* como *no real-time* de la defensa aérea y la defensa antimisil, deberá evolucionar hacia un sistema de sistemas, que comprenda todo el espectro de las capacidades del poder aéreo, como por ejemplo el AFSC, las plataformas de 5.ª generación o los sistemas de información para el Mando y Control Aéreo. Finalmente, el ACCS debe estar en condiciones de formar el núcleo de un verdadero Sistema de Mando y Control Multidominio MDOC2 (Multi-Domain Operations Command and Control).





GRUNOMAC sala de operaciones

En 2035 algunos elementos del NGWS/FCAS (New Generation Weapon System/Future Combat Air System) podrían estar ya en servicio. Un elemento clave del NGWS serán los remote carriers, equipados con sensores y/o armas, ya en experimentación. Como ejemplo, en este mismo año de 2021, la Real Fuerza Aérea australiana empezará los vuelos de prueba del Loyal Wingman que operará conjuntamente con sus E-7 Wedgetail extendiendo el alcance de sus capacidades de vigilancia y control. El Loyal Wingman o Boeing Airpower Teaming System controlado desde el E-7, o desde cazas F-35 y F-18F en el futuro, hará uso también de la inteligencia artificial.

Los sistemas de información que proporcionan servicios para el mando y control también modificarán notablemente el entorno de operación, el SC2N (Sistema de Mando y Control Nacional) se nutrirá de servicios proporcionados por el Sistema de Vigilancia y Control y viceversa. La hiperconectividad significa que el cumplimiento de los requisitos de ciberseguridad será condición indispensable para cualquier entidad que se integre.

EVOLUCIÓN DE LOS MEDIOS DE VIGILANCIA, SATURACIÓN E INTEGRACIÓN DE SENSORES

Los actuales sistemas de integrados de defensa aérea fueron diseñados originalmente para un entorno operativo donde apenas se contemplaba la presencia de vuelos civiles en áreas de conflicto, la amenaza desde el espacio o a los sistemas espaciales era mínima y los drones aún no habían aparecido. Las experiencias recientes presentan escenarios donde las fuerzas aéreas operan desde bases situadas tanto en el interior de la zona de operaciones como a miles de millas, con presencia de vuelos comerciales y control civil, creciente utilización de drones de todo tipo y operando a todos los niveles de vuelo y utilizados por parte de todos los actores.

La evolución actual del Sistema de Vigilancia y Control, con la incorporación de nuevos sistemas de Identificación, como Modo 5 y el Modo S, vienen a cubrir parte de las nuevas capacidades requeridas, pero no serán suficientes para la creciente complejidad del nuevo entorno operativo. Por el contrario, se necesitará que los gestores del espacio aéreo dispongan de herramientas que les proporcionen vigilancia y control permanente en tiempo real, así como herramientas para separar a múltiples usuarios del mismo espacio aéreo. Además, deberán estar en permanente coordinación con el control civil.

Los conceptos clave en la evolución de los sistemas de vigilancia son la saturación e integración de sensores. Necesariamente estos dos conceptos llevan aparejados el aumento de la capacidad de proceso y la utilización de técnicas de inteligencia artificial y *big data*. En otras palabras, la integración en un sistema de sistemas de sensores que requiere la gestión y presentación de esos datos en un formato que le sean válidos al comandante para tomar decisiones. El proceso de las ingentes cantidades de datos parciales o duplicados con otros sensores no se podrá hacer con las mismas herramientas de hoy en día.

Combined Air Operations Centre (CAOC). Base aérea de Torrejón



La familia de radares fijos Lanza 3D deberá continuar evolucionando para, por una parte, contrarrestar la amenaza que representan los blancos con baja firma radar y por otra los múltiples drones en diferentes niveles de vuelo. Su función seguirá siendo irremplazable y el despliegue actual debería ser completado con alguno de los emplazamientos propuestos hace tiempo. Los radares desplegables LTR-25 son el imprescindible complemento a los emplazamientos fijos y proporcionan la capacidad expedicionaria requerida. Es de esperar que el Modo 5 IFF continúe en servicio largo tiempo, sin embargo, no es de descartar que el avance en las técnicas de *spoofing* pueda hacer necesaria su evolución o reemplazo.

Pero el Sistema de Vigilancia y Control no puede descansar únicamente en sensores activos o colaborativos basados en tierra. Los sensores pasivos serán imprescindibles, tanto para asegurar la supervivencia del sistema ante la amenaza de los misiles anti radiación como para detectar blancos con baja firma radar.

Son varias las tecnologías ya existentes o en desarrollo de radares pasivos. Un radar pasivo se basa en la captación o bien de las emisiones activas de la plataforma objetivo o en la reflectancia en esa plataforma de las múltiples fuentes de emisión electromagnética actualmente

disponible en el entorno electromagnético. La abundancia de emisores, como los de telefonía y los de televisión, permiten caracterizar el ambiente electromagnético y detectar la reflectancia originada por aeronaves o drones.

Los sensores ópticos como los sistemas IRST InfraRed Search & Track (IRST) proporcionan un medio alternativo de detección. Inmunes al jamming y a las armas anti radiación proporcionan una muy buena resolución angular y en buenas condiciones meteorológicas alcances cercanos a los 100 km. Aunque no miden la distancia al objetivo directamente la pueden calcular de modos indirectos por la combinación de múltiples sensores y se han demostrado eficaces para la detección e identificación de aviones de quinta generación.

Un radar pasivo requiere, en la mayor parte de los casos, la cooperación de plataformas y sensores situados en diferentes localizaciones fijas, desplegables o móviles. Una plataforma aislada no obtiene información suficiente para realizar la adquisición de un objetivo. Esto nos lleva al otro concepto clave la integración de sensores. Como señala el teniente coronel Anthony Tingle en su artículo *The Coming 5G Evolution in Network Centric Warfare: The Sensor Saturation Theory*¹, en vez de buscar una aguja en un pajar simplemente vamos a remover la paja.



Simultáneamente, es necesario integrar tanto las capacidades de vigilancia y seguimiento espacial como el subsistema de vigilancia, control, y coordinación aérea en el entorno UAS LSS (Unmanned Aerial System Low-Small-Slow). Integrar y fusionar los datos que reciba de sus propios sistemas de detección (antenas, radares, sistemas electro-ópticos, etc.) y de los detectores de sus subsistemas C-UAS, así como los que reciba de las Fuerzas y Cuerpos de Seguridad del Estado y de otras organizaciones tanto civiles como militares, extranjeras e internacionales, analizando automáticamente, mediante técnicas de inteligencia artificial, toda la información recibida de cada uno de ellos.

EVOLUCIÓN DEL SUBSISTEMA DE COMUNICACIONES, INTERNET DE LAS COSAS...

El Sistema de Vigilancia y Control Aeroespacial ajustará a la tecnología IP sus sistemas y equipos en los próximos años, suponiendo un salto tecnológico y conceptual que exige la adaptación en algunos casos y el cambio en otros de la actual tecnología de comunicaciones, basada en el establecimiento de circuitos permanentes, a la tecnología basada en conmutación de paquetes (IP). La adaptación a IP deberá proporcionar un nivel de calidad de servicio apropiado para asegurar la disponibilidad operativa, lo que supone garantizar los actuales requisitos de tiempo real, alta disponibilidad y supervivencia.

La adaptación a IP es un paso fundamental para la evolución necesaria en 2035, pero todavía siguen en vigor los conceptos de emplazamiento o plataforma. El siguiente

paso es pensar en entidades, cosas, considerar todos los elementos implicados en el Sistema de Vigilancia y Control y últimamente en la defensa aérea como entidades. Una plataforma o un emplazamiento puede corresponder a múltiples entidades que se conectan a la red o la combat cloud, si preferimos usar ese término.

Los enlaces de datos tácticos basados en Link16 y en su extensión sobre IP, JREAP (Joint Range Extension Applications Protocol) se verán suplementados por nuevos protocolos, en distintas bandas de frecuencia, capaces de proporcionar un mayor ancho de banda y admitir un mayor número de entidades en la red. La tecnología 5G, que no es exclusiva de la telefonía móvil, con su capacidad de conexión machine to machine va a estar presente sin duda en los Sistemas de Vigilancia y Control en servicio en 2035.

LOS CENTROS DE MANDO Y CONTROL, EL ENFRENTAMIENTO COOPERATIVO

El Taller de Entorno Operativo 2035 en el desarrollo conceptual de su potencial área de cambio n.º 1, mejorar la agilidad estratégica de la FAS, considera que será clave adaptar los ciclos de decisión para hacerlos más ágiles y rápidos, con capacidad de actuar dentro de las ventanas de oportunidad. Esto requiere: a) mando orientado a la misión / iniciativa; b) optimizar las estructuras para simplificar procesos, buscando estructuras de mando y control más horizontales y descentralizadas, en las que delegue mayor capacidad de decisión a los niveles de ejecución.

En un entorno esencialmente distribuido los patrones de interacción entre los distintos componentes del mando



GRUNOMAC sala de operaciones

y control aeroespacial, unidades aéreas, CRC ARS, AOC, CAOC, JFAC.. también van a evolucionar. La posibilidad de crear una RAP (Recognized Air Picture) local y de posibilitar el enfrentamiento cooperativo trasladando los «derechos de decisión» a nivel táctico local con una mínima presencia de *man in the loop* cambiará radicalmente estas relaciones, pero no quiere decir, de ningún modo, que tengan que desaparecer.

La estructura jerárquica con el control político al más alto nivel, va a seguir presente, aunque en un sistema con la información disponible para todas las entidades, muchas decisiones y acciones no serán exclusivas de los centros de mando. La comunicación entre entidades se produce a diferentes niveles de un modelo de comunicación aún por definir, que tendrá muchas similitudes con el OSI o el TCP/IP, algunas entidades se comunicarán directamente en la capa física, otras intercambiarán datos o servicios y finalmente otras colaborarán entre ellas. El nivel de latencia y la necesidad de intervención humana en el proceso marcarán las reglas del enfrentamiento cooperativo.

Por otra parte, la elevada cantidad de información disponible y la capacidad de proceso necesaria para aplicar las técnicas de *big data* e inteligencia artificial van a convertir a los centros de mando y control en centros de proceso de datos distribuidos y protegidos. El desarrollo e implantación de la inteligencia artificial, dentro del Sistema de Vigilancia y Control Aeroespacial, deberán requerir que, al igual que con el resto de sistemas de armas con elevada autonomía, operen bajo los principios del Derecho Internacional Humanitario conforme a las leyes y usos de la guerra. Así, es previsible que, durante las próximas décadas, el ser humano, sin ser un elemento limitador dentro de la operación del sistema (concepto conocido por *man in the loop*), mantenga el control y la supervisión de todo el ciclo de operación del sistema (conocido por *man over the loop*); quedando el Sistema de Vigilancia Aeroespacial español, de momento, fuera del automatismo total (conocido por *man out of the loop*).

CONCLUSIONES

El comodoro Chis Westwood en su artículo *5th Generation Air Battle Management*² ilustra cinco generaciones del Mando y Control aéreo que podemos considerar como etapas en la evolución de los sistemas integrados de defensa aérea, marcando la 1.ª generación en la Batalla de Inglaterra y la 5.ª generación, aún no en servicio, provocada por la integración de los cazas de 5.ª generación. En España la

1.ª generación nace en los años 50 del siglo pasado, con la creación del primer sistema de defensa aérea español, originalmente mantenido y operado por la USAF. Los programas Combat Grande I y II, y sobre todo SIMCA permitieron a España dotarse de un sistema de defensa aérea avanzado y competitivo, basado en tecnología nacional y que ha permitido incluso la exportación.

Los actuales programas de actualización en curso podrían constituir una generación 4.5 que permitirá a nuestro Sistema de Vigilancia y Control permanecer entre los tecnológicamente más avanzados, pero nos acercamos a un momento de evolución clave. En este artículo se han presentado algunas de las tendencias de esta transformación, posiblemente no todas, y algunas de ellas ya están incluidas en la Estrategia de Tecnología e Innovación de la Defensa ETID-2020.

La integración en un sistema unificado de observación, vigilancia y control permanente que permita conocer en tiempo casi real la situación aeroespacial y sus posibles amenazas, como se indica en la Estrategia de Seguridad Aeroespacial Nacional 2019, del ámbito espacial y de los sistemas C-UAS supone solo uno de los muchos retos a afrontar. Quizás la característica esencial de la próxima generación será su capacidad de adaptarse al cambio tecnológico y al cambio del entorno operativo, el lapso entre generaciones será mucho menor que en el pasado, la nueva generación 5.0 será seguida inmediatamente de una generación 6.0.■

NOTAS

¹<https://www.mitchellaerospacepower.org/single-post/the-coming-5g-evolution-in-network-centric-warfare-the-sensor-saturation-theory>

²<https://www.mitchellaerospacepower.org/single-post/5th-generation-air-battle-management>

