

Soporte al sistema de defensa aérea: historia y modelo

RAFAEL MOLANO TALAVERA
*Jefe de Programa
del Soporte SVICA*

El esfuerzo continuo, incansable y persistente ganará
JAMES WHITCOMB RILEY

La evolución de la humanidad no ha eliminado los conflictos bélicos, sino que, siguen vigentes y sus consecuencias e impacto son cada vez mayores por el progreso y la tecnología, por lo que más que nunca hay que estar preparados y listos para reaccionar. En un mundo global, las amenazas son múltiples, no limitándose a los conflictos tradicionales entre países, sino que incluyen potenciales ataques terroristas, cibernéticos, etc. Los sistemas modernos de defensa aérea son sumamente complejos y su mantenimiento resulta esencial para garantizar su disponibilidad en todo momento, de modo que puedan asegurar el cumplimiento de la misión encomendada.

Dentro de la estrategia de defensa, los sistemas de información son cada vez más importantes y su utilización masiva en la defensa aérea se hace imprescindible, entre otras razones por el escaso tiempo de respuesta del que se dispone (misiles hipersónicos, aviones secuestrados, etc.). Es por ello por lo que la defensa aérea y, cada vez más la espacial, ha de estar siempre alerta para responder adecuadamente a las amenazas actuales.

El sostenimiento es una carrera de fondo, donde el éxito viene determinado por la concurrencia de diversos elementos, entre los que destacan un equipo humano altamente cualificado, procedimientos de actuación bien definidos, recursos materiales (bancos, maquetas, equipos, etc.) que, actuando como un todo, alcanzan los objetivos de garantizar una alta disponibilidad operativa a lo largo de su ciclo de vida. Durante los 20 años del ciclo de vida, por muy fiable que el sistema sea, fallará y será el sostenimiento el que respon-



Firma Convenios EE. UU.-España. (Imagen: Diario ABC)

derá ante esta situación, debiendo recuperar la operación en el menor tiempo posible.

Este artículo presenta una breve historia de la evolución del sistema de defensa aérea, desde sus albores hasta nuestros días, para acercarse después a ese lado que es su sostenimiento, a veces casi desconocido, pero vital para el funcionamiento eficaz del propio sistema de defensa.

BREVE HISTORIA Y EVOLUCIÓN DEL SISTEMA DE DEFENSA AÉREA

El sistema de mando y control aéreo (SMC) tiene su origen en los Acuerdos España-EE.UU. de ayuda económica, ayuda para la defensa mutua y el convenio defensivo, firmados por los dos gobiernos el 25 de septiembre de 1953. De ellos se extrae el capítulo segundo del convenio defensivo en el que se establece que los EE.UU. de Norteamérica

facilitaría material y equipos militares para la implementación de un sistema de defensa aéreo, en concreto la instalación y operación de una red de alerta y control aéreo y la utilización conjunta de una serie de bases aéreas y navales.

Estos acuerdos y sus posteriores prórrogas de los años 1970, 1976, 1982, 1989 y 2003, además de las importantes consecuencias a nivel político, económico y social, tendrían mucha influencia en la modernización de los sistemas de armas utilizados por las fuerzas armadas españolas y en el nacimiento y desarrollo de la industria nacional relacionada con defensa.

La ubicación geoestratégica de España que permitía el control del acceso al Mediterráneo resultó clave en el interés norteamericano en la firma de estos convenios, en un ambiente de guerra fría de lucha entre las dos súper potencias, EE.UU. y URSS.

Por otro lado, España necesitaba el reconocimiento internacional para salir del aislamiento en el que se encontraba subsumida como consecuencia del apoyo recibido por Franco de la Alemania de Hitler y la Italia de Mussolini durante la Guerra Civil.

La Segunda Guerra Mundial demostró la importancia de disponer de un arma aérea poderosa, unido a un sistema de alerta y control del espacio aéreo que permitiese reaccionar con tiempo a los ataques enemigos. Como dijo el mariscal jefe del aire inglés Sir William Sholto Douglas *I think we can say that the Battle of Britain might never have been won... if it were not for the radar chain.*

En 1954, un grupo de civiles y militares norteamericanos desplazados a España determinaron lo que sería la red de Defensa Aérea en España. De esta forma el 8 de julio de 1958 entró en servicio el primer Escuadrón en Villatobas y en los dos años siguientes se completaron todos los asentamientos planeados que, bajo la dependencia de la 65.^a División Aérea de la 16.^a Fuerza Aérea de los Estados Unidos (USAF) fueron denominados: 871 AC&W Squadron (Aircraft Control & Warning Squadron), Villatobas; 872.^o Constatina; 874.^o Inógenes; 875.^o Rosas; 876.^o Alcoy; 877.^o Elizondo y 880.^o Sóller. En terminología española Escuadrones de Alerta y Control (EAC) numerados del 1 al 7.

El 31 de diciembre de 1964, coincidiendo con la desactivación de la 65.^o División Aérea de la USAF, se

DESPLIEGUE DE LOS ESCUADRONES DE ALERTA Y CONTROL	
Centro de Operaciones de Combate (C.O.C.)	..... BILBAO. (N.)
Escuadrón de Alerta y Control n.º 1	..... VILLATOBAS. (N.)
Escuadrón de Alerta y Control n.º 2	..... VILLATOBAS. (N.)
Escuadrón de Alerta y Control n.º 3	..... VILLATOBAS. (N.)
Escuadrón de Alerta y Control n.º 4	..... ROSAS. (N.)
Escuadrón de Alerta y Control n.º 5	..... ALCOY. (N.)
Escuadrón de Alerta y Control n.º 6	..... ELIZONDO. (N.)
Escuadrón de Alerta y Control n.º 7	..... SÓLLER. (N.)

TERMINALES DE LAS ESTACIONES DE ALERTA Y CONTROL	
Calatayud, N-1	..... (Terminales) "SÓLLER"
Villatobas, N-2	..... (Terminales) "ALCOY"
Constancia, N-3	..... (Terminales) "ELIZONDO"
Rosas, N-4	..... (Terminales) "ROSAS"
Alcoy, N-5	..... (Terminales) "ALCOY"
Elizondo, N-6	..... (Terminales) "ELIZONDO"
Sóller, N-7	..... (Terminales) "SÓLLER"

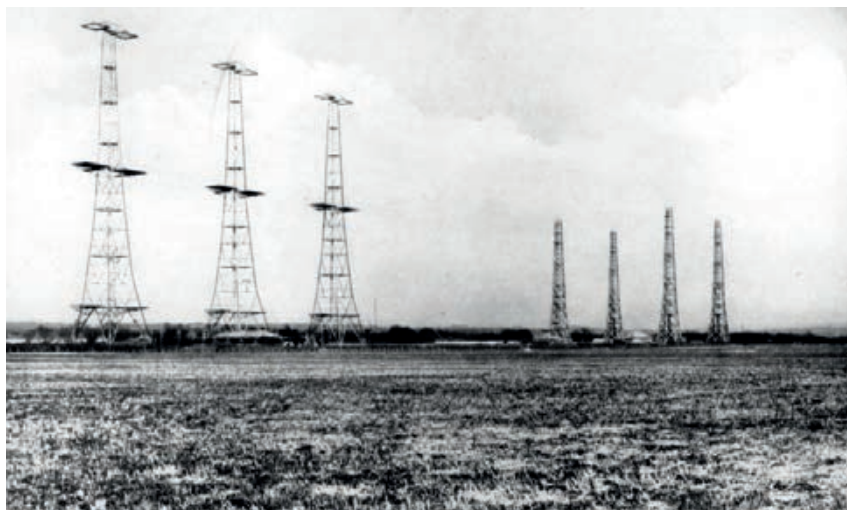
Madrid, 4 de octubre de 1965.

Despliegue de los Escuadrones de Alerta y Control según el plan de operaciones 2-65. (Imagen: Servicio Histórico y Cultural del Ejército del Aire)

produjo la transferencia al Gobierno de España (Mando de la Defensa del Ejército del Aire) de la Red de Alerta y Control Aérea, la cual hasta esa fecha había sido operada conjuntamente por el Ejército del Aire español y la USAF. El 16 de diciembre de 1976, el Sistema de Defensa Aérea, a través del programa Combat Grande, empezó a operar de forma semiautomática y centralizada en el COC/SOC¹ de Torrejón pasando a denominarse los Escuadrones como en la actualidad EVA (Escuadrón de Vigilancia Aérea).

Los primeros EAC estuvieron dotados de radares norteamericanos, en concreto el radar de vigilancia AN/FPS-20 fabricado por la Bendix Radio, con un alcance de 220 millas náuticas, junto con el radar de altura AN/FPS-6 de General Electric.

Tras el programa Combat Grande y como consecuencia de la entrada de España en la OTAN en el año 1982, se adoptó un nuevo programa, denominado SIMCA (Sistema Integrado



Antenas de la cadena de radar de la RAF durante la Segunda Guerra Mundial. (Imagen: Royal Air Force Museum)

¹COC: Combat Air Operations Center/
SOC: Sector Operations Center.



Aircraft Control & Warning System (ACWS) 1958-1964. Ejército del Aire. Operaciones Sistemas DA (Indra). (Imagen: Francisco M. Almerich Simó, general de brigada (reserva))

de Mando y Control Aéreo). Con un nivel de ambición elevado y el objetivo de dotar al Ejército del Aire de un sistema capaz de facilitar la toma de decisiones en la conducción de las operaciones militares, permitiendo el planeamiento, dirección y ejecución de todo tipo de operaciones y la vez disponer de un sistema de mando y control aéreo modernizado convergiendo con el programa ACCS (Air Command and Control System) de la OTAN.

A grandes rasgos, el programa comprendía tres áreas de actuación: los Centros de Mando y Control; la red de vigilancia, adquiriéndose 14 nuevos radares (cuatro RAT-31 SL/T de Alenia Marconi Systems y 10 radares Lanza S-763 de la firma española Indra), y el sistema de comunicaciones, constituido por las comunicaciones tierra-tierra (digitalizando y ampliando la red de radioenlaces de microondas del Ejército del Aire) y las tierra-aire-tierra con estaciones fijas y transportables, así como enlaces tácticos Link11 y Link16 (TDL).

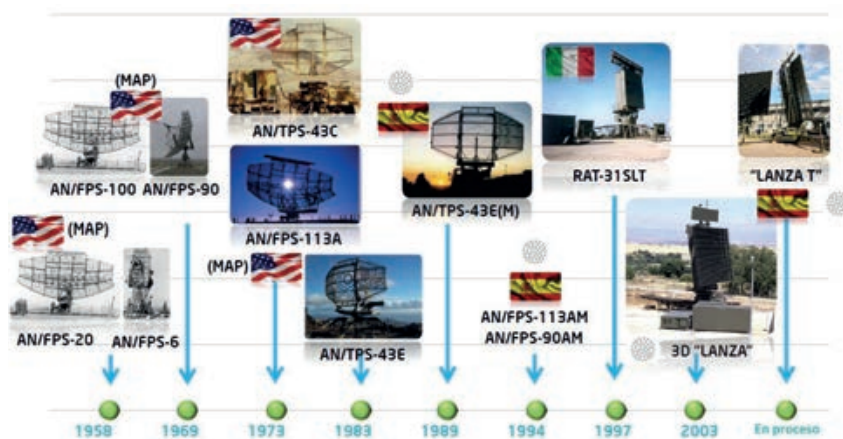
Estos nuevos radares sustituyeron a aquellos ya obsoletos de ayuda norteamericana, proporcionando mejores prestaciones y adaptándose a las amenazas cambiantes de un entorno electromagnético cada más hostil.

Al igual que los radares evolucionaron siguiendo el avance de la tecnología, los centros de mando y control también lo hicieron, permitiendo no solo el planeamiento, dirección y ejecución de todo tipo de operaciones aéreas de forma conjunta en el espacio aéreo de soberanía nacional, sino también permitiendo el intercambio de información de forma segura con nuestros aliados de la OTAN.

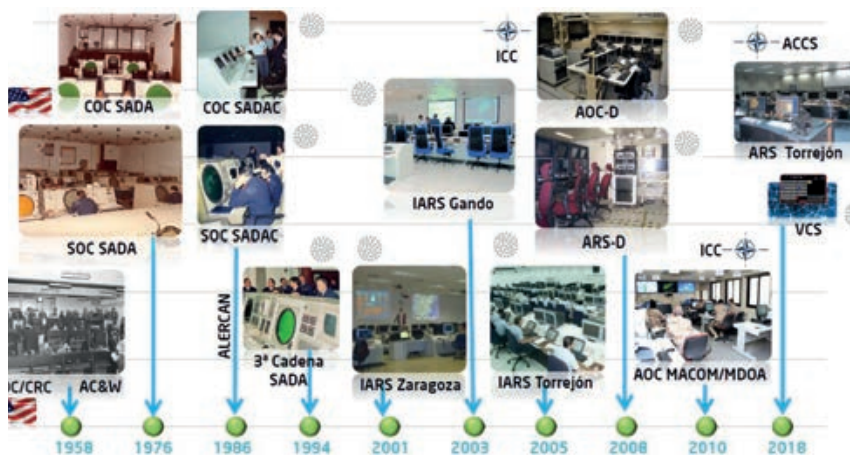
Como resultado de la Estrategia Nacional de Seguridad de 2017, aprobada en el Real Decreto 1008/2017, se incluye la necesidad de que las Fuerzas Armadas españolas contribuyan a la seguridad en el



Evolución Red de Vigilancia SIMCA. Ejército del Aire. Operaciones Sistemas DA (Indra). (Imagen: Francisco M. Almerich Simó, general de brigada (reserva))



Evolución Radares Sistema de Defensa Aérea EA (1958-2018). Ejército del Aire. Operaciones Sistemas DA (Indra). (Imagen: Francisco M. Almerich Simó, general de brigada (reserva))



Evolución Centros de Mando y Control EA (1958-2018). Ejército del Aire. Operaciones Sistemas DA (Indra). (Imagen: Francisco M. Almerich Simó, general de brigada (reserva))



Radar S3TSR. (Imagen: Indra)

espacio aéreo y ultraterrestre y es el EA quien asume la responsabilidad de la acción de vigilancia espacial, cometido integrado en la Jefatura del Sistema de Mando y Control, que cambia de denominación a Jefatura del Sistema de Vigilancia y Control Aeroespacial (JSVICA). Se constituye para desempeñar el nuevo rol el Centro de Operaciones de Vigilancia Espacial (COVE).

Para la vigilancia y control del espacio, se dota al EA de un radar de vigilancia y seguimiento específico, el denominado S3TSR (Spanish Space Surveillance and Tracking Surveillance Radar), cuya información se integra en la red de defensa contra misiles de la OTAN (BMD). Poste-

riormente se ha promulgado la Estrategia de Seguridad Aeroespacial Nacional en el año 2019, situando a España en la vanguardia en este ámbito. Este documento establece que desde el punto de vista de la seguridad el ámbito aeroespacial es único no existiendo límites físicos entre el aéreo y espacial.

SOPORTE AL SISTEMA DE DEFENSA AÉREA Y ESPACIAL: FIABILIDAD

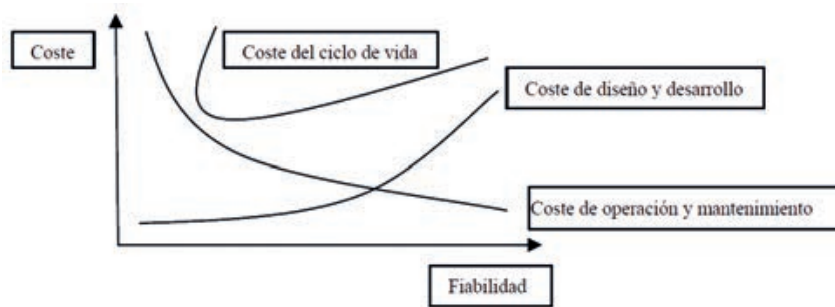
Por muy altas prestaciones y fiabilidad que tenga cualquier sistema, hay que tener en cuenta que, independientemente de la perfección de su diseño, de la tecnología, de su producción o de los materiales

utilizados en su fabricación, durante el tiempo de operación se producirán ciertos cambios irreversibles, resultado de procesos tales como corrosión, abrasión, tensión, sobrecalentamiento, fatiga, difusión de un material en otro, etc. A menudo, estos procesos se superponen e interactúan los unos con los otros y causan un cambio en el sistema y de sus características de actuación. La desviación de esas características respecto a los valores especificados es lo que se considera como fallo del sistema que también pueden ser causados por elementos externos como son los errores humanos en la operación o en reparaciones incorrectas o por ataques enemigos.

Las repercusiones de un fallo del sistema dependen del propio sistema, del tipo de misión que se esté llevando a cabo y del momento en que se produzca. Es deseable que el nivel de fiabilidad de los sistemas diseñados esté próximo al 100% y que el tanto por ciento de riesgo de fallo mínimo.

Existe una relación directa entre fiabilidad de un sistema y el coste de diseño y desarrollo, siendo este último mayor cuanto más elevado es el requisito de fiabilidad, por el contrario, será menor su coste de operación, al tener menos número de averías a lo largo de su vida operativa. Dado que el coste del ciclo de vida de un sistema integra tanto a los costes de diseño y desarrollo como a los de utilización y mantenimiento, la relación entre fiabilidad de un sistema y su coste del ciclo de vida tiene el aspecto mostrado en la figura de la siguiente página.

Puede observarse que a partir de cierto punto no compensa el esfuerzo por el poco impacto que conlleva en términos de fiabilidad. La fiabilidad por tanto tiene un coste y un esfuerzo asociado, que debe adecuarse al objetivo y trascendencia del sistema. Así, por ejemplo,



Costes de fiabilidad y del ciclo de vida. (Imagen: fiabilidad, mantenibilidad y mantenimiento. Carlos Prieto García)

sistemas cuyos fallos pueden tener consecuencias importantes suelen estar redundados, siempre y cuando esta redundancia sea asumible en coste o en merma de prestaciones (mayor peso, consumos, etc.).

El hecho de que sea prácticamente imposible diseñar sistemas que operen permanentemente, implica la necesidad de realizar determinadas acciones para devolverles a la condición de operatividad cuando la pierdan, lo que nos lleva al concepto de disponibilidad, como la medida entre el tiempo operativo y el período de tiempo de vida considerado.

$$A = \frac{\text{Tiempo operativo}}{\text{Tiempo operativo} + \text{Tiempo inoperativo}}$$

Es decir, el tiempo en el que realmente el sistema está desarrollando la misión o función para la que ha sido concebido dentro de un período de tiempo definido. En términos prácticos significa que el sistema esté disponible, listo para funcionar en las mejores condiciones, sin limitación alguna. Apelando a un ejemplo de andar por casa podríamos decir que un bolígrafo está disponible para ser usado cuando, no solo está al alcance de la mano y es posible hacer uso de él, sino que también está completo y con la tinta suficiente como para realizar su función, que no es otra que escribir.

Pero también, la disponibilidad

es una función de la fiabilidad, mantenibilidad y soportabilidad debido a la influencia determinante de estas tres características probabilísticas de los sistemas, lo que nos lleva a la definición de Disponibilidad operativa (sus siglas en inglés Ao provienen de Operational Availability)

$$A_o = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR + MLDT}$$

Donde:

MTBF: *mean time between failures* (tiempo medio entre fallos). Parámetro que caracteriza la fiabilidad de los sistemas y representa su tiempo medio operativo. Es un valor intrínseco de los mismos.

MTTR: *mean time to repair* (tiempo medio de reparación). Parámetro que caracteriza la mantenibilidad de los sistemas y forma parte de su tiempo medio inoperativo. Es un valor intrínseco de los mismos.

MLDT: *mean logistic delay time* (tiempo medio de retrasos logísticos). Parámetro que caracteriza la soportabilidad de los sistemas y forma parte de su tiempo medio inoperativo. Es un valor que representa la capacidad que tiene el usuario de mantener su sistema mediante el apoyo logístico disponible. Por lo tanto, no es un valor intrínseco de los mismos.

El MLDT es un parámetro que de-

pende de la organización logística del usuario (su sistema logístico) y del apoyo logístico que pueda facilitar el fabricante.

Por ejemplo, supongamos un sistema que trabaja en régimen H24/365 días, como son los sistemas de defensa aérea, contando con la siguiente información:

Período considerado: 365 días
Mantenimiento preventivo: 10 días (ejecución de rutinas de mantenimiento).

Mantenimiento correctivo: 15 días (resolución de averías por fallo).

Tiempos administrativos: dos días (espera repuestos, trámites aduaneros, etc.).

Nº fallos al año: cinco fallos.

En este caso tendríamos:
MTBF: $365/5 = 73$ horas entre fallos
MTTR: $15/5 =$ tres horas/fallo

Con lo que la disponibilidad operativa (A_o) del sistema en ese período sería:

$$A_o = \frac{365 - 10 - 15 \cdot 2}{365} = 92,60\%$$

La disponibilidad operativa (A_o) se mide en forma de porcentaje y se utiliza en muchas ocasiones como parámetro de control en contratos de nivel de servicio o SLA (Service Level Agreement) o simplemente para cuantificar la calidad de un sistema de forma comparativa.

LA DISPONIBILIDAD OPERATIVA Y EL SISTEMA LOGÍSTICO

El sistema logístico se diseña en función del objetivo de disponibilidad que se pretende alcanzar y éste a su vez determina el concepto de mantenimiento a aplicar. En el caso del Ejército del Aire, según se establece en la I.G. n.º 70-8 (7.ª Enmienda de 22/11/04), el mantenimiento incluye todas las actividades cuyo fin es prevenir fallos en los equipos (mantenimiento preventivo) o, en caso de que ocurra, reparar el equipo para que tenga un nivel satisfac-

torio de operación (mantenimiento correctivo). Según la directiva n.º 335 (1.ª Revisión) en su anexo II de la agencia de mantenimiento y soporte de la OTAN (NSPA), los niveles se denominan ML (Maintenance Level), distinguiendo a su vez entre *hardware* HW (HL) y *software* SW (SL).

Según está clasificación:

- HL1 es el mantenimiento a nivel de unidad operativa, realizado in situ, utilizándose tan solo las herramientas internas de prueba incorporada (BITE) para la puesta en marcha y el diagnóstico en línea, y los manuales del equipo/sistema. Las tareas de mantenimiento realizadas a este nivel incluyen visualización, pruebas operativas, monitorización de fallos, sustitución de unidades reemplazables en línea (LRU), tareas de mantenimiento preventivo y reconfiguración manual si es necesario.

- HL2 es mantenimiento de organización, realizado *in situ* por personal técnico con habilidades limitadas utilizando TTE (*tools and test equipment*) simples (tipo estándar y especiales) además del BITE como medio para diagnósticos en línea y fuera de línea, y manuales de los equipos o sistemas. Los TTE aceptados para su uso dentro de HL2 son herramientas básicas y equipos de medición como multímetros, osciloscopios, etc. Entre las tareas se incluyen la inspección visual, los diagnósticos en línea y fuera de línea, los ajustes externos, la incorporación de modificaciones menores y la eliminación y reemplazo de LRU y piezas que no puedan ser diagnosticadas como defectuosas en HL1 o que no puedan ser sustituidas por personal de HL1.

- HL3 comprende las actividades de mantenimiento intermedio realizadas en talleres móviles o fijos, siempre orgánicos, dentro de las Instalaciones a nivel Intermedio y/o de depósito (I/DMF-intermediate/depot maintenance facilities) o mediante la intervención *in situ* por parte del personal de mantenimien-

NIVELES DE MANTENIMIENTO. DENOMINACIONES			
Nivel	Publicaciones Aéreas 100A-01	OTAN	EA (IG 70-8)
Orgánico	O (Organizational)	ML1	A
Intermedia	I (Intermediate)	ML2	B1, B2
Depósito	D (Depot)	ML3	C1, C2
Industria	M (Manufacturer)	ML4	---

to con las habilidades necesarias que permitan realizar las tareas de ese nivel dificultad. Las tareas realizadas incluyen la inspección detallada, la prueba del sistema/equipo, el mantenimiento programado importante o de alcance, la reparación más importante, la implantación de modificaciones (ECP o engineering change proposal), los ajustes complicados, la calibración limitada, la prueba y reparación de LRU, las unidades reemplazables en el taller (SRU) y piezas especificadas, así como la corrección in situ de fallos asignadas a HL3 para los que su aislamiento solo puede tener lugar a nivel del sistema. Las tareas de HL3 se realizarán utilizando Equipo de Prueba Automático (ATE-automatic test equipment), TTE de uso general y específico, equipos de calibración, así como software de soporte aplicable y los manuales de equipo y sistemas necesarios.

- HL4 comprende las actividades de mayor dificultad y complejidad, asignadas a instalaciones de mantenimiento de depósitos (DMF-*depot maintenance facilities*) de la industria y por lo tanto inorgánicas. El personal que realiza el mantenimiento de HL4 debe poseer una combinación de habilidades intermedias de fabricación y de altas habilidades de mantenimiento. Las tareas incluyen ajustes complicados, reparaciones complejas de equipos, modificaciones, revisión y reconstrucción, calibración detallada, reparación de LRU, SRU y piezas, servicios de diseño posterior (PDS-post design service) e investigaciones *in situ*. El personal de HL4 utilizará ATE, equipos industriales especiales, equipos de calibración, software de soporte y el paquete completo de datos técnicos (TDP-*Technical Data Package*).

De la misma forma, los niveles de mantenimiento de *software* se



Estructura de Soporte. Organización del Mantenimiento. (Imagen: Soporte de Sistemas de Defensa Aérea. Rafael Molano Talavera)

definen como SL1, SL2 y SL3. Estos niveles de soporte se explican a continuación.

- SL1 son aquellas funciones/tareas en apoyo del *software in situ*, dentro de la capacidad de ser realizadas por el personal operador. Esto incluye la recuperación de fallos de *software* mediante la aplicación de diagnósticos en línea simples o el reinicio iniciado por el operador.

- SL2 son aquellas funciones/tareas en apoyo del *software in situ* que están dentro de las capacidades de un administrador del sistema. Esto incluiría el uso de diagnósticos fuera de línea que no requieren soporte de módulo de prueba externo, junto con cualquier herramienta de *software* proporcionada específicamente para el uso del administrador del sistema.

- SL3 abarca aquellas funciones/tareas en apoyo del *software in situ* que requieren la intervención de un especialista para la corrección/cambio del código del *software*. La intervención *in situ* puede ser efectuada por el personal de soporte de software que visita el sitio o trabaja de forma remota.

En la estructura orgánica del Ejército del Aire, los niveles ML1&2 son llevados a cabo en las unidades operativas de la red de mando y control, es decir, en los EVA y en los CMC (Centros de Mando y Control), mientras que el ML3 se ejecuta en el Centro Logístico de Transmisiones, excepto lo relativo al software que se lleva a cabo en la sección de informática del GRUCEMAC (BA Torrejón).

El modelo concreto aplicado por el EA está basado en la colaboración pública-privada a través de un acuerdo marco entre ejército e industria, en este caso con la empresa Indra, la cual lleva a cabo tareas de apoyo de todo tipo en función del nivel de mantenimiento a realizar, pero siempre considerándose mantenimiento orgánico.

En concreto, en las unidades operativas la responsabilidad de la ejecución de las tareas de mantenimiento preventivo corresponde al personal militar de la unidad, apoyado por personal del acuerdo marco, en caso necesario. Una de las claves vitales para que el método de mantenimiento perdure en el tiempo en cada una de las unidades consiste en dar continuidad al conocimiento mediante formación continua (trasvase de *know how*), debido a la alta rotación del personal de los destinos, así como apoyo en las tareas de mantenimiento correctivo cuando éstas son necesarias.

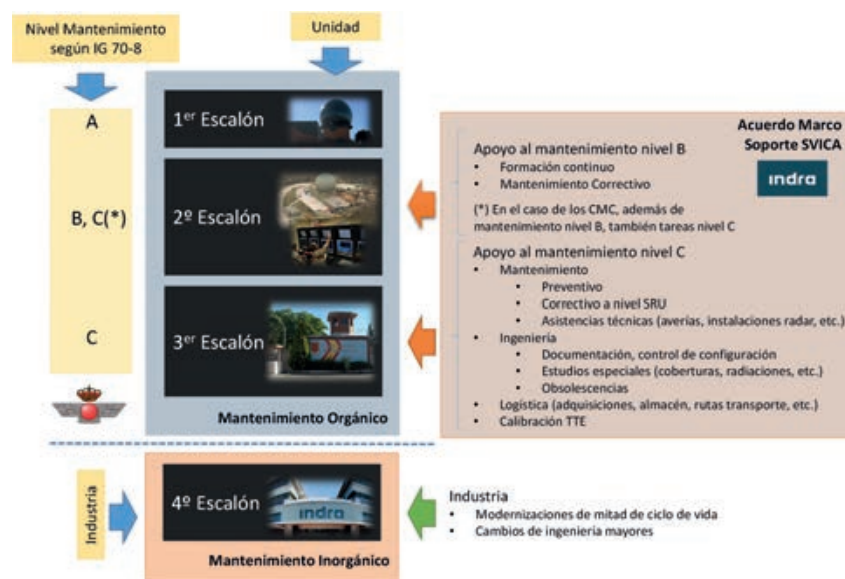
Por el contrario, a nivel de tercer escalón la organización, priorización y planificación de las actividades a realizar es íntegramente responsabilidad del Ejército, mientras que la asistencia técnica tiene por misión la ejecución de las actividades encomendadas de la forma más eficiente posible.

Yendo al tercer escalón desarrollado en el CLOTRA, éste se encuentra plenamente capacitado para realizar tareas de nivel HL1, HL2, HL3 y, dependiendo del TDP, inclu-

so de HL4. Igualmente, en algunos sistemas en los que se dispone de los códigos fuente y de las herramientas de desarrollo, el nivel de soporte alcanzado para el *software* llega a SL3, aunque lo habitual está limitado a SL1 y SL2.

El listado de actividades concretas relacionadas con el soporte logístico integrado que se proporcionan desde el CLOTRA se presenta en el gráfico siguiente, entendiéndose el soporte logístico integrado como un todo, donde cada elemento es necesario para alcanzar la disponibilidad operativa total.

Comenzando por ingeniería y como cabecera técnica de los sistemas de armas, las principales actividades son la elaboración de planes de apoyo logístico, análisis de riesgos, análisis del nivel de reparabilidad de cada sistemas o LORA (*Level of repair analysis*), control técnico de las información generada por los sensores radar, gestión y mantenimiento de la documentación técnica, control de configuración, la gestión de las obsolescencias, vital para garantizar el ciclo de vida a través de diferentes estrategias (acopio de repuestos,



Modelo de colaboración público-privado en el ámbito de la Defensa Aérea. (Imagen: Soporte de Sistemas de Defensa Aérea. Rafael Molano Talavera)



Antena radar TPS 43 del GRUMOCA en el Escuadrón de Vigilancia Aérea número 22 en Lanzarote

desarrollos de todo tipo, HW/SW/FW, etc.), entrenamiento generalista o a medida y estudios especiales de todo tipo (medida de radiaciones, coberturas radar y comunicaciones, afectación instalación parques de aerogeneradores a la señal radar, etc.). Es importante destacar la gestión de las obsolescencias que se lleva a cabo, ya que la velocidad con la que la tecnología va evolucionando, las modificaciones realizadas a los sistemas son fundamentales para permitir que estos puedan seguir funcionando al 100% e incluso dotándoles de nuevas funcionalidades en algunos casos durante su ciclo de vida, normalmente 20 años.

En el área de mantenimiento, la misión principal consiste en las reparaciones a nivel SRU (*shop replaceable unit*) y componente, fundamentales por doble motivo, por un lado, porque el no tener que derivar a la industria reparaciones permite alcanzar un grado de independencia que redundará en unos TAT (*turn around time*) mucho más bajos que los que se tendrían de otro modo y por otro, porque redu-

ce el coste económico de llevarlas a cabo de forma inorgánica, unido al hecho de la no dependencia de terceros en tiempos de conflicto. Junto a las reparaciones, la otra gran actividad son las asistencias técnicas, tanto de forma remota vía formato *help desk* (teléfono, correo electrónico u otros medios) o *in situ* cuando el personal de la unidad no es capaz o no tiene los medios para

poder resolver la avería y/o llevar a cabo el ajuste o configuración de los sistemas.

En cuanto a los recursos empleados tanto en el mantenimiento como la ingeniería de los sistemas, la filosofía de soporte empleada está orientada a garantizar que todos los repuestos que pasan a almacén en condición útil no solo estén reparados adecuadamente, sino que hayan



Actividades ML3 Centro Logístico de Transmisiones. (Imagen: Soporte de Sistemas de Defensa Aérea. Rafael Molano Talavera)

pasado una serie de pruebas funcionales en condiciones idénticas a las de operación, por lo que además de los bancos automáticos (ATE) o específicos utilizados para la reparación, se utilizan maquetas o mockup que replican las condiciones de operación. La razón es evitar que alguna reparación, que haya podido pasar los test en banco, termine no funcionando en el sistema real porque los bancos no reproducen al 100% el entorno de trabajo de las LRU.

Esta filosofía puede parecer que aumenta el TAT y es cierto, pero en su conjunto aumenta la disponibilidad operativa Ao, ya que los repuestos no correctamente reparados provocan tiempos de fuera de servicio elevados, incluso pudiendo provocar en algunos casos averías adicionales.

Hoy en día, se dispone de maquetas de los radares de defensa aérea que son actualmente soportados en el CLOTRA (Lanza S-763, RAT31SLT, LTR-20, ANTPS-43, IRS-M, etc.), estando previsto que en breve se dote igualmente de las maquetas de los

nuevos sistemas que se van a entregar. La figura siguiente muestra algunas de las maquetas actuales utilizadas para tareas de soporte (comprobación, reparación, entrenamiento, modificaciones, etc).

Es en el área del entrenamiento donde las maquetas resultan fundamentales, ya que de otro modo el personal de tercer escalón no tendría la posibilidad de capacitarse adecuadamente al no ser recomendable manipular innecesariamente un sistema en operación. Este entrenamiento no solo es aplicable al personal de ML3, sino también al de primer y segundo escalón de forma periódica o *ad hoc*, así como a otras unidades del Ejército por diversos motivos, pero fundamentalmente como parte de su plan de estudios para tener un mayor conocimiento de los sistemas de armas en el inventario del EA.

El último elemento que estudiar en el sistema de sostenimiento del sistema es la logística, pieza crítica para asegurar un alto grado de dis-



ponibilidad operativa, en la medida de ser capaz de disponer del repuesto, componente o equipo en el lugar necesario en el menor tiempo posible. Para ello está establecido un sistema de rutas de transporte, clasificadas en normales, RNFP (radar not functioning properly) y ROCP (radar out of commissioning for parts), en función de su criticidad, alcanzando promedios de tiempos de entrega de repuestos casi inimaginables, siendo para ello necesario disponer de un proceso bien definido y articulado, con personal localizable en todo momento, vehículos y trámites prerealizados, etc. Todo esto se complementa con una buena gestión de artículos (planificación, adquisición, gestión presupuestaria, catalogación, etc.), así como el almacenamiento en óptimas condiciones.

De nada serviría todo lo hasta aquí explicado si no fuera llevado a cabo conforme a las normas y pro-



Maquetas Radar RAT31SLT y Familia Lanza.
(Imagen: CLOTRA, Centro Logístico de Transmisiones del Ejército del Aire)



EVA 12

cedimientos establecidos, siguiendo los estándares civiles y militares aplicables (ISO9001 y AQAP 2110), utilizándose para ellos todas las herramientas que en el ámbito de la calidad se aplican (mejora continua, auditorías, evaluación de proveedores, riesgos, etc.)

Por último, hay que destacar, por estar habitualmente en un segundo plano, el papel de la calibración en la fiabilidad del sistema. Es fundamental que un laboratorio garantice que lo medido corresponde con la realidad, y asegurar que cualquier ajuste o reparación realizada corresponde a los cánones o referencias establecidas, es el aceite que lubrica el engranaje del sistema de sostenimiento.

CONCLUSIONES

El soporte logístico ha de entenderse como un todo, donde el primer y segundo escalón es fun-

damental para alcanzar las cotas exigidas de disponibilidad operativa, dado que corresponden a la primera línea de respuesta ante una avería. Si la respuesta es rápida y adecuada, los tiempos de fuera de servicio se minimizan. Solo en el caso de que la avería supere los recursos y conocimientos del primer y segundo escalón, deberá intervenir el personal del centro logístico. En la medida que éste no tenga que hacerlo, los resultados mejorarán. Para alcanzar estos resultados, toda la cadena logística ha de estar perfectamente ajustada, proporcionando los repuestos listos para ser equipados en tiempo y forma. Eso implica reparaciones a niveles de SRU con unos TAT (*time around time*) reducidos, apoyados con todo el esfuerzo de ingeniería necesario (procedimientos, control de configuración, gestión de obsolescencias, documentación, etc.)

En resumen, el soporte o apoyo logístico integrado es fundamental para garantizar una alta disponibilidad operativa en actividades críticas como es la vigilancia del espacio aéreo de soberanía nacional, incluido el ultraterrestre, donde los sistemas son cada vez más complejos y sofisticados.

La alta rotación del personal militar en las unidades operativas genera que la formación en las rutinas de mantenimiento sea permanente para garantizar el *know how*, siendo un apoyo importante el personal civil de la industria que trabajan codo con codo con el militar, quien colabora de forma orgánica a sabiendas de que sin su ayuda el alto grado de exigencia en mantener el sistema operativo en niveles cercanos al 95% sería imposible.

El modelo de colaboración público-privado del Ejército del Aire es un ejemplo de éxito, como así lo atestiguan los datos de disponibilidad operativa que año tras año se alcanzan. ■