

Mantenimiento del avión T.10 (C-130) Hércules

JOSÉ MARÍA MARTÍNEZ DELGADO
Teniente coronel del Ejército del Aire
MALOG/DIN/SUITEH&SATPA

Los aviones C-130 Hércules, T.10 en denominación del Ejército del Aire, comenzaron a recibirse en el primer trimestre de 1974. Se adquirieron inicialmente cuatro aviones. Un segundo lote de tres aviones con capacidad de reabastecimiento en vuelo se recibió en 1976. Posteriormente tres más, estos solo cargueros, se recibieron entre final de 1979 y principios de 1980. A los tres aviones con capacidad de reabastecimiento en vuelo ya en servicio, se unieron otros dos más que llegaron al Ala 31 a final de 1980. Un último avión, que en cierto modo vino a reemplazar al T.10-01 (accidentado en 1980), en este caso la versión alargada del Hércules C-130H-30 (TL.10-01), se recibió en 1987.

Estos aviones constituyeron un hito importante en cuanto a aviones militares de transporte moderno, pero como suele ocurrir en estos casos, también supuso un reto importante desde el punto de vista de mantenimiento.

Todas estas aeronaves fueron adquiridas al fabricante Lockheed Martin mediante contratos comerciales directos.

PROGRAMAS DE MANTENIMIENTO APLICADOS

A pesar de lo anterior, el Ejército del Aire decidió utilizar para el mantenimiento de la flota la documentación de USAF aplicable a estos aviones T.O. 1C-130A-6 *Scheduled inspection and maintenance requirements*.

La responsabilidad del mantenimiento recayó, como es estándar, en la unidad usuaria Ala 31 y en la maestría aérea de Sevilla que fue designada cabecera técnica para este avión.

Durante los primeros años de operación, y a pesar de seguir la estructura de mantenimiento USAF mencionada, se contrataron servicios soporte de ingeniería y hubo técnicos de Lockheed Martin colaborando tanto en el Ala 31 como en la maestría aérea de Sevilla. El apoyo de este personal en esta fase fue muy importante.

Comenzaron a realizarse las primeras inspecciones de tipo PDM (Programmed Depot Maintenance) establecidas en los manuales de mantenimiento en maestría aérea de Sevilla.



Pablo López Santos

El mantenimiento de estos aviones constituyó un *hándicap* desde el inicio, fundamentalmente debido a las infraestructuras (hangares) disponibles. Consecuencia de la limitación de altura, las superficies de cola de los aviones debían permanecer fuera del hangar. Se practicaron unas aperturas especiales en las puertas de los hangares con el fin de poder meter el avión y mantener el hangar cerrado en lo posible.

Lo anterior, suponía una grave limitación, ya que implicaba el dejar todos los días, por seguridad, el avión sobre sus propias ruedas.

Transcurridos varios años e integrados en los programas técnicos de USAF y de usuarios de Lockheed Martin, se comenzó a analizar la alternativa de mantenimiento ofertada por el fabricante del avión SMP 515-C y que varios países habían comenzado a utilizar.

Se comprobó que dicho programa de mantenimiento y para aviones con pocos años de servicio y no muchas horas de vuelo como era el caso, presentaba ventajas en cuanto a horas-hombre de mantenimiento y tiempo de inmovilización.

Se contrató con Lockheed Martin un programa de mantenimiento que cubriese las especificidades de los distintos aviones de la flota del Ejército del Aire y el resultado del mismo fue la edición del SMP 515-C-38, específico para el Ejército del Aire con fecha de 1 de enero de 1988.

Debido a las diferencias existentes entre ambas metodologías de mantenimiento, fue necesario diseñar un plan de transición. Un importante número de componentes de avión y motor requirieron la realización de revisiones generales *overhaul*. Se realizó un contrato específico con este fin con la empresa Marshall Aerospace (Cambridge-UK) y se inició un ciclo de envío y recepción de componentes a revisión general que minimizase la inmovilización de aviones. Aun así, el avión TK.10-07 tuvo que permanecer inmovilizado un considerable periodo de tiempo.

El nuevo programa de mantenimiento SMP 515-C-38 es un programa cíclico, cuyas acciones de mantenimiento se repiten, en lo fundamental, cada 12 años.

Las actividades de mantenimiento a realizar en la unidad consistían fundamentalmente, (aunque no exclusivamente) en la realización de 24 paquetes de trabajo con una carga de trabajo aproximadamente igual entre ellos (sistema eculizado) y permitía la flexibilidad de agrupar hasta un máximo de cuatro paquetes en una sola acción de mantenimiento, si así se deseaba. La realización de cada paquete de trabajo generaba un potencial de 50 horas de vuelo.

Estos paquetes se repetían cíclicamente cada 1200 horas de vuelo. Existían otra serie de tarjetas de inspección, pero en lo básico esa era la estructura. A los tres años era necesario enviar el avión a una revisión estructural sencilla, y a los seis a una de mucho mayor calado. Es, como se ha expresado, un proceso repetitivo.

En dicho programa de mantenimiento, otro aspecto importante era el control de elementos rotables o con vida limitada. Esto, obligaba a llevar un seguimiento individual de aproximadamente 450 elementos por avión (dependiendo de configuración).

Las inspecciones especiales asociadas (SPs) en ese momento eran pocas, por tener los aviones pocos años y pocas horas de vuelo.

Como cualquier otro programa de mantenimiento, fue evolucionando y ha habido hasta cuatro nuevas ediciones del mismo (1 julio 2006; 1 mayo 2013; 1 julio 2016; 1 abril 2018) a lo que hay que añadir cambios varios.

En la edición de 2006 se evolucionaba de 24 paquetes de trabajo a ocho paquetes fijos a realizar cada 150 horas. También se produce una significativa reducción de componentes, que pasan a *on condition*. Muchas de las tarjetas SP –especiales– son asociadas a las distintas familias de aviones y con frecuencias de realización diferentes entre unos aviones y otros. Constituye un programa que, no siendo complejo, tiene grandes exigencias en lo relativo a control de tareas y configuraciones.

Pablo López Santos



En la edición de 2013 se produce de nuevo un importante cambio en el programa. Este evoluciona de forma que la frecuencia entre requerimientos de inspección crece lo que permite, en principio, destacar aviones a zonas de operación sin precisar apenas mantenimiento preventivo.

Se generan unos nuevos paquetes de inspección A, B, C1 y C2. Básicamente, las inspecciones A es necesario realizarlas cada nueve meses, las B cada año y medio y a los tres años se debe realizar una inspección denominada C1. A los seis, se realizaría una inspección C2.

De cara a la carga de trabajo en la unidad, esta estructura es beneficiosa dado que, en buena medida, un gran número de tarjetas de inspección que antes era necesario realizar en los paquetes de trabajo, se trasladan a la inspección C1 (tercer escalón de mantenimiento). La C2 es similar, pero al ser ejecutada a los seis años, tiene una carga de trabajo mayor. Sobre todo, la carga de trabajo de las inspecciones de seis años crece en los requerimientos de inspección estructural (tarjetas ST). Indicar que Lockheed Martin, influenciado por las nuevas teorías de mantenimiento que se han desarrollado en la aviación de transporte comercial (MSG3) y, sobre todo, en lo que afecta a componentes de vida limitada, genera una nueva reducción en el número de componentes que precisan seguimiento de vida.

Debido al importante cambio en la estructura de mantenimiento entre lo recogido en la edición de 2013 y la anterior de 2006, fue necesario llevar a cabo un plan de transición hasta poder regularizar toda la flota a esta nueva estructura.

Finalmente, en abril de 2018, y debido a la realización de un contrato de gran calado con Lockheed Martin para la integración de toda la documentación técnica del avión, en la que todas las modificaciones realizadas en la flota quedan integradas en unos manuales únicos «customizados», se genera una nueva edición del SMP 515-C-38 que es la que permaneció en vigor hasta la retirada de servicio de la flota.

SFAR 88

Tras las investigaciones llevadas a cabo con motivo del accidente de un Jumbo en julio de 1996, después del despegue de Nueva York, se determinó la necesidad de mejorar de una forma importante las puestas a masa de todos los componentes de los sistemas de combustible instalados. De ahí surgió la denominada SFAR 88 (Special Federal Aviation Regulation 88). Los requisitos de la misma y por razones de aeronavegabilidad, fueron muy demandantes y urgentes. En el caso de la flota T.10 obligó a la realización de contratos urgentes con varias empresas simultáneamente y, además de la propia maestría aérea de Sevilla, fue necesario enviar aviones a Marshall Aerospace, EADS CASA e Iberia para implementar lo especificado en la regulación.



Pablo López Santos

INCORPORACIÓN DEL CONCEPTO SEVERIDAD OPERACIONAL AL MANTENIMIENTO

La incorporación del concepto severidad operacional es, posiblemente, el cambio conceptual más relevante en el mantenimiento de la flota T.10 a lo largo de los años.

Durante la fase de desarrollo inicial del C-130 Hércules, múltiples roles operativos fueron tenidos en cuenta a la hora de diseñarlo: transporte logístico, transporte aéreo táctico, lanzamiento de cargas y de paracaidistas, repostado en vuelo, aeroevacuación médica o incluso como avión artillado y otros. Sin embargo, el de avión apagafuegos no fue uno de los considerados.

Fue precisamente como consecuencia del accidente ocurrido a un C-130 que realizaba una misión de extinción de incendios y al que literalmente se le partió el ala central, que Lockheed Martin y con el apoyo de USAF, inició un profundo estudio de análisis evolutivo de la fatiga estructural de la flota.

El diseño original fue realizado de acuerdo a unos estándares de utilización definidos. Los programas de mantenimiento hasta entonces vigentes consideraban, a efectos de mantenimiento preventivo, solamente los



Pablo López Santos



Pablo López Santos

critérios de utilización en horas de vuelo (también ciclos en sistemas). Sin embargo, y debido a los múltiples roles que este avión lleva a cabo, se convino que, el cálculo de esfuerzos estructurales debía ser realizado conforme a la utilización real del avión.

Las cargas a las que se somete la estructura del avión, y sobre todo del ala, se modifican de una forma crítica entre misiones tales como transporte logístico de larga duración (las menos críticas), transporte táctico a baja velocidad, vuelos de baja cota y alta velocidad, entrenamiento o misiones de lucha contra incendios (una de las más demandantes) entre otras.

Se infiere que, para adecuar las inspecciones a realizar al avión de forma correcta, debe analizarse la utilización específica del avión por el operador. Con los resultados obtenidos se adaptarán las inspecciones a realizar sobre los mismos.

Aparece un parámetro nuevo denominado hora de vuelo equivalente.

El Ejército del Aire, desde que apareció el concepto severidad operacional, comenzó un programa de adquisición de datos de vuelo. Una serie de datos críticos de cada vuelo realizado por el avión, se recogían manualmente en la denominada hoja de datos estadísticos de la misión. Este proceso se inició en 1989 sin que ello fuese un requisito formal del programa de mantenimiento.

En 2011 se firmó un contrato con Lockheed Martin para que, con los datos de misión acumulados, elaborase un análisis de severidad operacional (OUE, Operational Usage Evaluation) de la flota. Para ello se aportaron datos de más de 60 000 horas de vuelo. Vuelo a vuelo y avión por avión.

Para conseguir un análisis riguroso de esta información, fue preciso definir hasta un total de 31 misiones tipo donde cada una de ellas generaba su propio factor de severidad operacional específico. El informe final definió de una forma individual los factores de severidad operacional de cada avión y, como consecuencia de ello, las denominadas horas de vuelo equivalentes de cada uno.

Hasta un total de 61 de las inspecciones definidas en el programa de mantenimiento transformaron su umbral de realización inicial y recurrencia de horas de vuelo a EBH (equivalent base hours).

Esta sistemática de toma de datos de misión y cálculo de horas de vuelo equivalentes se mantuvo de forma permanente, e incluso el SL2000 adaptó una aplicación específica para realizar ese cálculo de forma automática en todos los aviones.

Así como en la aviación comercial los aviones tienen definido el LOV (Limit of Validity) en los aviones Hércules, los conjuntos estructurales más importantes tienen establecida una vida en EBH. El conjunto más crítico es el ala central del avión, que tiene una vida que Lockheed Martin fijó en 38 000 EBH.



Pablo López Santos

En la utilización de la flota T.10 y en base al OUE desarrollado por Lockheed Martin, los factores de severidad operacional oscilan entre un 0'725 para el avión TL.10-01, por haber realizado más vuelos logísticos de larga duración que el resto y 1,089 para el T.10-02 por haber acumulado misiones más exigentes.

En cualquier caso, son valores relativamente bajos si se comparan con los obtenidos por otros operadores del Hércules.

Esto hace que el valor medio de EBH de la flota en el momento de dejar de estar operativa a final de 2020 estuviese en aproximadamente 17 500. Se puede decir que, desde el punto de vista estructural, en el momento de baja operativa la flota T.10 estaba a mitad de su vida.

REALIZACIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO

En cuanto a la realización de las actividades de mantenimiento, han sido realizadas tanto orgánicas como inorgánicamente.

El mantenimiento de primer y segundo escalón se realizó siempre en el Ala 31 y es preciso poner de manifiesto que los índices de autosuficiencia fueron muy altos. Hubo un segundo escalón muy potente que alcanzó unos valores de reparación elevadísimos, difícilmente realizables en el momento actual. Esto fue un aspecto crítico y determinante a la hora de conseguir unos valores de disponibilidad operativa como los que se obtenían, superiores incluso al 80%. Estadísticamente se volaban 5150 horas al año, llegando a volar 6600 horas en 2002.

Las inspecciones de tercer escalón a nivel orgánico se realizaban en la maestría aérea de Sevilla que fue cibercaja técnica de este sistema de armas.



Debido a que las inspecciones de tercer escalón debían ser ejecutadas cada tres años y la flota estaba compuesta por 12 aviones, estadísticamente, tres aviones por año debían ser sometidos a inspecciones de este nivel. Sin embargo, MAESE no podía asumir esa carga de trabajo. Fue necesario recurrir a contratos inorgánicos. Estos contratos se realizaron con varias empresas, fundamentalmente Airbus Y OGMA (Alverca Portugal), aunque también Marshall Aerospace se utilizó en ocasiones. Tanto OGMA como Marshall tienen reconocimiento como Official Service Center de Lockheed Martin. Las contrataciones con estas empresas han solido hacerse mediante Contratos Acuerdo Marco multianuales.

En lo que a motores y hélices se refiere, en una fase inicial se enviaban a mantenimiento inorgánico a OGMA, pero pronto MAESE se capacitó para realizar las revisiones generales de las hélices y motores en sus instalaciones. Esto, además de su valor económico que es muy alto, ha aportado una enorme mejora en la disponibilidad global de flota.

PROGRAMAS ESPECIALES DE MODERNIZACIÓN Y MEJORA

A lo largo de la vida de la flota fue necesario llevar a cabo varios programas de modernización y mejora. Con gran diferencia, el de mayor calado fue el programa de modernización de aviónica llevado a cabo entre 1995 y 2002.

El desarrollo y certificación inicial del prototipo fue contratado con EADS CASA que a su vez había establecido un acuerdo con Lockheed Skunk Works (Palmdale, California) como integrador del prototipo (T.10-03), siendo

los principales equipos de aviónica y el *software* de Allied Signal (Honeywell posteriormente). Se incluyó, durante la misma, instalación de guerra electrónica.

La integración en el resto de la flota fue ejecutada por EADS CASA coincidiendo con inspecciones estructurales.

Se instaló una aviónica integrada y durante varios años fueron los Hércules con la aviónica más avanzada.

Otras modificaciones y mejoras llevadas a cabo a lo largo de los años han sido el cambio de alas externas en los aviones Early H, incorporación de APU Short Pod en esos mismos aviones, instalación de indicación digital de cantidad de combustible, instalación de indicación digital de instrumentos de motor (EIDS), incorporación de MilCAS (TCAS militar), sistema de carga rápida de *software*, instalación y certificación de nuevas pantallas (display units), nuevas ELT. En estas mejoras fueron varias las empresas que intervinieron: Marshall Aerospace, Aerlyper o INDRA.

CONCLUSIÓN

El mantenimiento de la flota T.10 Hércules a lo largo de su vida operativa, fue realizado en buena medida orgánicamente tanto en el Ala 31 como en maestranza aérea de Sevilla. El nivel de autosuficiencia fue muy elevado.

Se incorporaron a la flota numerosas modificaciones técnicas de actualización y mejora de gran calado y programas de integración de documentación técnica.

Todo ello, con el soporte de la industria cuando fue necesario, hizo que los índices de operatividad fuesen muy altos.

Desde el punto de vista estructural, en el momento de la retirada de servicio de la flota, los aviones estaban en muy buen estado, a aproximadamente un 50% del límite de vida en servicio fijada por Lockheed Martin. ■