

# Sistema Integrado de Mantenimiento "ON Condition" SIMOC

**ANIBAL FERNANDEZ GARCIA**  
*Comandante Ingeniero Técnico Aeronáutico*

**BARTOLOME ALMAZAN CAMPOS**  
*Teniente Ingeniero Técnico Aeronáutico*

**D**E siempre, a la industria aeronáutica se le ha considerado como una de las principales impulsoras en el desarrollo y aplicación de los avances tecnológicos. Siguiendo esta trayectoria no podía desaprovechar las ventajas que las "Nuevas Tecnologías" le proporcionan en la obtención de mayores rendimientos y fiabilidad de sus productos.

El propio lenguaje de mantenimiento está cambiando y así, con la llegada del EF-18, el E.A. se ha encontrado inmerso en terminologías como ciclos bajos de fatiga, ciclos de presión, ciclos térmicos..., índices de uso de fatiga, etc., para el seguimiento de la vida consumida de los elementos del motor o de la estructura del avión en sustitución de las "horas de vuelo" o de las "Salidas", que no obstante, continuarán vigentes para algunos fines.

A modo de ejemplo en el cuadro número 1 se reflejan, para el caso del motor del EF-18 los índices que controlan su vida útil.

La miniaturización de computadores de gran capacidad y velocidad de proceso de datos, unido al desarrollo de "software" que facilita el tratamiento de algoritmos complejos, han permitido su instalación a bordo del avión, proporcionando los medios para la captación, a cortos intervalos de tiempo, de los datos de vuelo del avión y de los ciclos específicos por los que se controlan cada uno de los elementos críticos de los módulos del motor, consiguiendo de esta forma, un seguimiento individualizado del uso de vida de dichos elementos.

Esta metodología permite la utilización de cada elemento hasta agotar su vida de diseño, sin necesidad de efectuarle revisiones generales "Overhauls" de motor, lo que sin duda abaratará el mantenimiento del material aéreo conservando su fiabilidad.

El seguimiento individualizado del uso de vida de los elementos de los módulos de un motor, genera un volumen tan elevado de datos, que su proceso sería imposible sin ayuda informática.

Pues bien, para esto y para ayudar a la gestión del mantenimiento así como para el seguimiento de fatiga de la estructura, nació el SIMOC.

Podemos definir, por tanto, al SIMOC, como un sistema informático para el tratamiento de los datos de vuelo de avión y motor, proporcionados por el computador de misión, grabados por el MSDRS en una cinta magnética (TTM), con capacidad para 6 ó 7 misiones, y que además, mediante una serie de funciones, proporciona una gran ayuda a la gestión del mantenimiento.

Existen en el mercado dos sistemas, el PLTS de General Electric y el EPLTS de COGNOS (Canadá), que desarrollados para esta misión, no satisfacen plenamente las necesidades del E.A., por lo que éste, optó por adjudicar el desarrollo del SIMOC a la empresa española LAN, S.A., basándose en el EPLTS de COGNOS. Este

desarrollo lo realizó dicha empresa, según especificaciones E.A. y con la ingeniería e informática operativa proporcionada por personal del E.A.

Este sistema serviría como punto de arranque de los subsistemas:

SAAD.— Subsistema de Adquisición y Archivo de Datos.

SSUPM.— Subsistema de Seguimiento del Uso de las Piezas del Motor del SIMOC, aunque, a diferencia de los sistemas mencionados (PLTS y EPLTS), la selección de los módulos óptimos para completar una configuración de motor dada, el SIMOC lo realizará de forma automática (ver figura 1), y sus funciones se han ampliado sustancialmente para cubrir las necesidades del E.A.

## CUADRO NUMERO 1

### INDICE DE SEGUIMIENTO DE VIDA DE LAS PIEZAS DEL MOTOR F-404

**ELCF.**— Ciclos bajos de fatiga equivalentes. Proporciona el uso de vida de las partes giratorias en función de las RPM's.

$$ELCF = N_2F + K FAC (N_2P - N_2F)$$

**N<sub>2</sub>F:** Ciclos completos de RPM.

**N<sub>2</sub>P:** Ciclos parciales de RPM.

**P3F.**— Ciclos completos de presión. Proporciona el uso de vida debido a la presión de descarga del compresor, cuando este se aproxima al nivel del límite del P máximo.

**P3P.**— Ciclos parciales de presión. Cuando la presión de descarga alcanza el 85% del máximo permitido.

**SRF.**— Ciclos de fatiga de esfuerzo de rotura. Proporciona el uso de vida debido a las altas temperaturas en el borde de salida de los alabes de turbina.

**TAM.**— Tiempo a máxima potencia. Proporciona el tiempo que permanece el motor a máxima potencia.

**EOT.**— Tiempo de funcionamiento del motor. Proporciona el tiempo de funcionamiento por encima de 9.000 RPM's.

**EFT.**— Ciclos completos por temperatura. Producidos por la temperatura en el borde de ataque de los alabes de la turbina de alta.

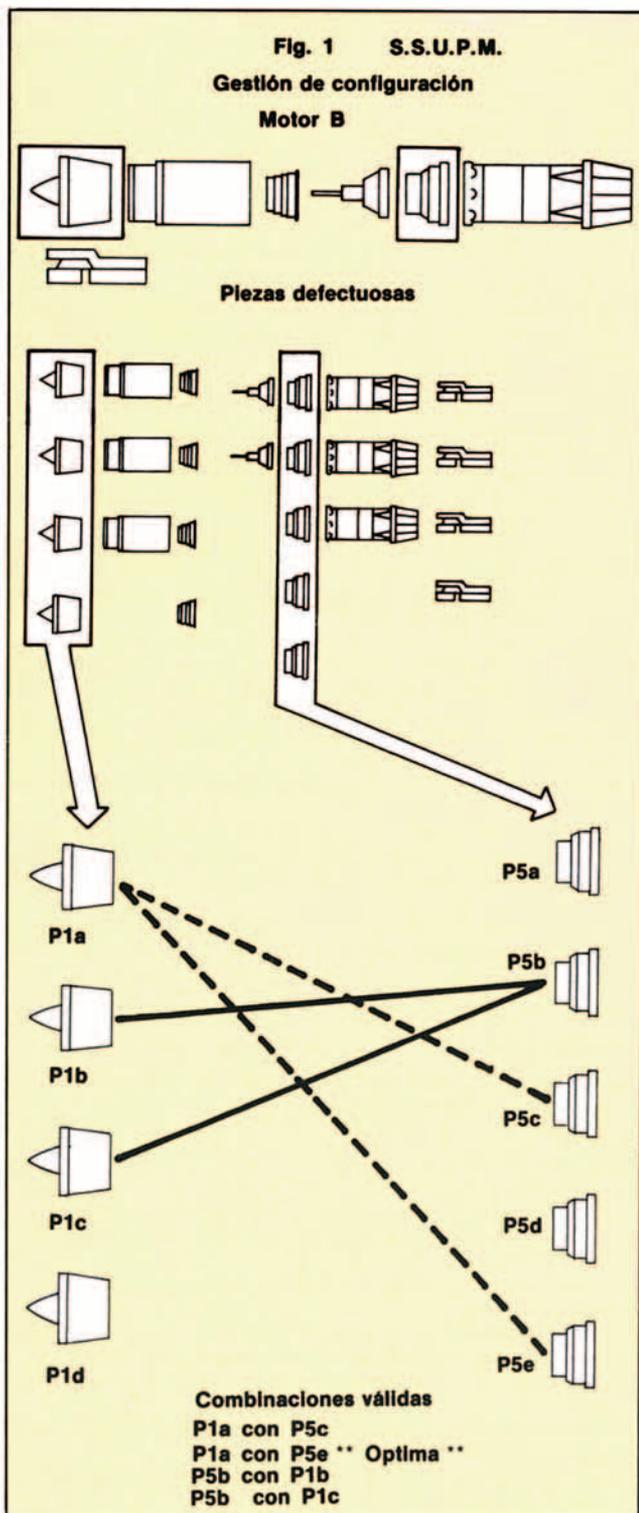
Por último, se ha desarrollado, íntegramente, un tercer subsistema:

**SSUPC.**— Subsistema de Seguimiento del Uso de las Piezas de Célula.

Con una estructura análoga a la del SSUPM, excepto en el área de fatiga estructural.

La distribución funcional del SIMOC es la representada en la figura 2, con la configuración Hardware y Software siguiente:

1. Línea. Con ordenadores microPDP de Digital, con sistema operativo RSX-11 M-PLUS y lenguaje FORTRAN 77-RSX.



2. Base. Con ordenadores VAX-11/730 de Digital, con sistema operativo VAX/VMS, lenguajes PSCAL/VAX y FORTRAN/VAX y Base de Datos Relacional ORACLE con lenguaje de cuarta generación.

3. Centro de Gestión y Archivo (C.G.A.), ubicado en la Maestranza Aérea de Madrid. Con ordenador VAX-11/750 de Digital, con Software básico igual al de las Bases.

A su vez el ordenador del C.G.A. se tiene previsto conectarlo con el IBM del C.P.D., a fin de intercambiarse información para la reconciliación de los datos de reparables, conocimiento de sus existencias, localización, etc.

## SAAD

**P**ARA cumplir los objetivos asignados a este subsistema, descritos posteriormente, el SAAD está soportado, a nivel de Línea, por ordenadores microPDP sobre el que se carga el SAAD/PDP. Este ordenador lleva asociada una lectora para las cintas TTM, denominada RUMR. Este conjunto de micro PDP y lectora es portátil y se empleará, también, para acompañar a la Unidad en sus despliegues a otras Bases. A nivel de Base y C.G.A. el SAAD/VAD se carga sobre ordenadores VAX (ver cuadro número 2).

El SAAD/PDP tiene como objetivos fundamentales:

- Realizar la lectura y posterior borrado de los datos de vuelo de la cinta TTM.
- Transferencia de estos datos al SAAD/VAX, vía comunicaciones DECnet.
- Obtención de informes de los datos de vuelo (ver cuadro 3).
- Gestión de tablas de configuración de sistema, de control de ficheros de datos de vuelo y de aviones reconocidos por el sistema.
- Salvado y recuperación de ficheros de datos de vuelo en floppies.

El SAAD/VAX tiene como objetivos fundamentales:

- Adquisición de datos de SAAD/PDP.
- Distribución de datos a los subsistemas SSUPM y SSUPC.
- Archivo de datos en cinta magnética.
- Obtención de informes de los datos de vuelo (ver cuadro 3).
- Seccionamiento de ficheros de datos de vuelo.
- Borrado de ficheros de datos de vuelo procesados.

Todas las funciones de comunicación entre el SAAD/PDP y el SAAD/VAX son automáticas y el subsistema está diseñado para que la pérdida de datos de vuelo sea prácticamente imposible.

**DATOS DE VUELO**

**E** L MSDRS graba en la cinta TTM los datos significativos de fatiga, tácticos y de motor/célula. Los bloques de datos son de 1024 16 bits y el formato de cada código de registro es el siguiente:

Palabra	1	Cabecera		
	2	Código Registro / Número de Palabras		
	3,4	Tiempo		
	5	Mensaje de Datos	1	
	6	"	"	2
	.	"	"	.
	.	"	"	.
	N	"	"	N

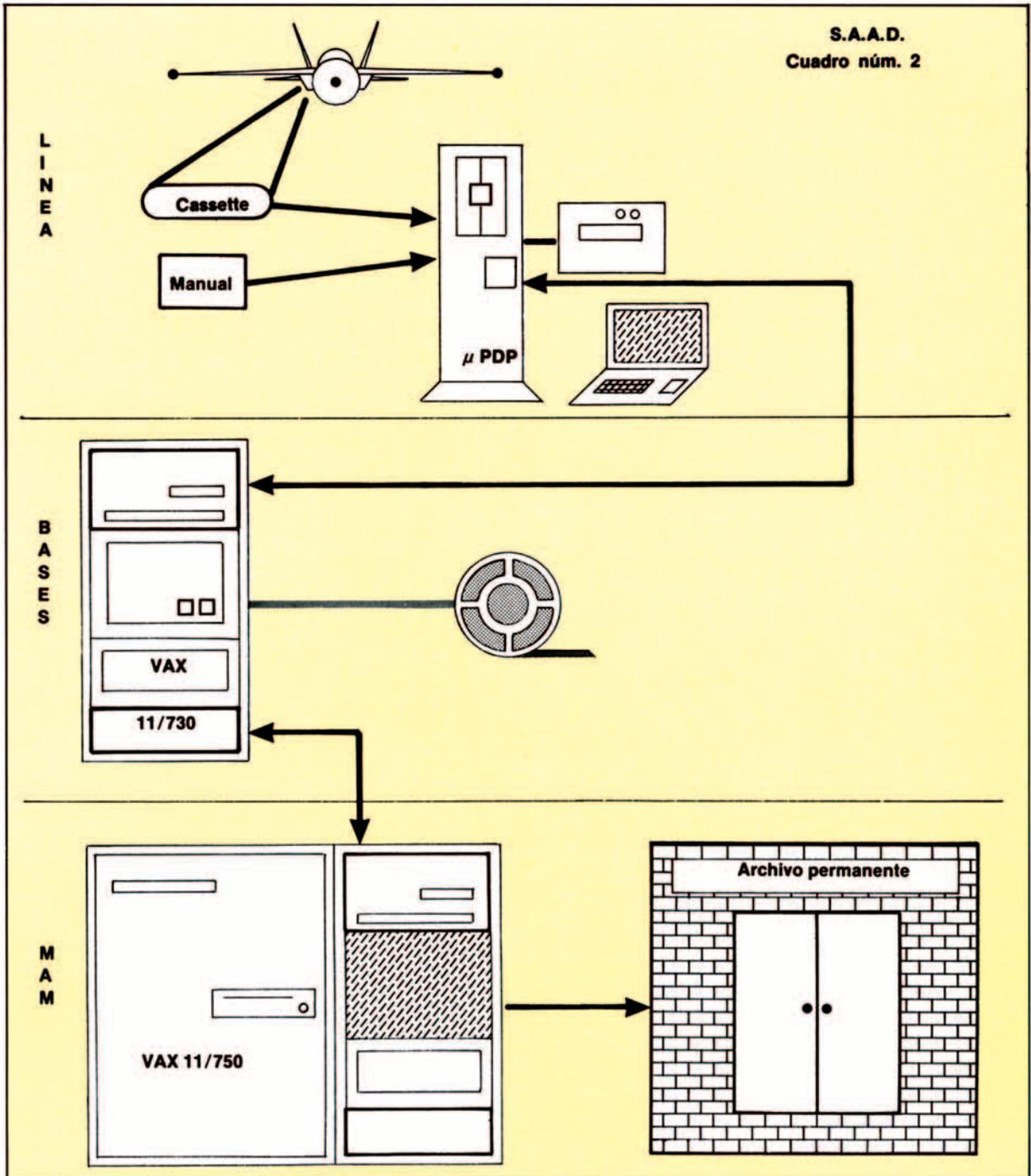
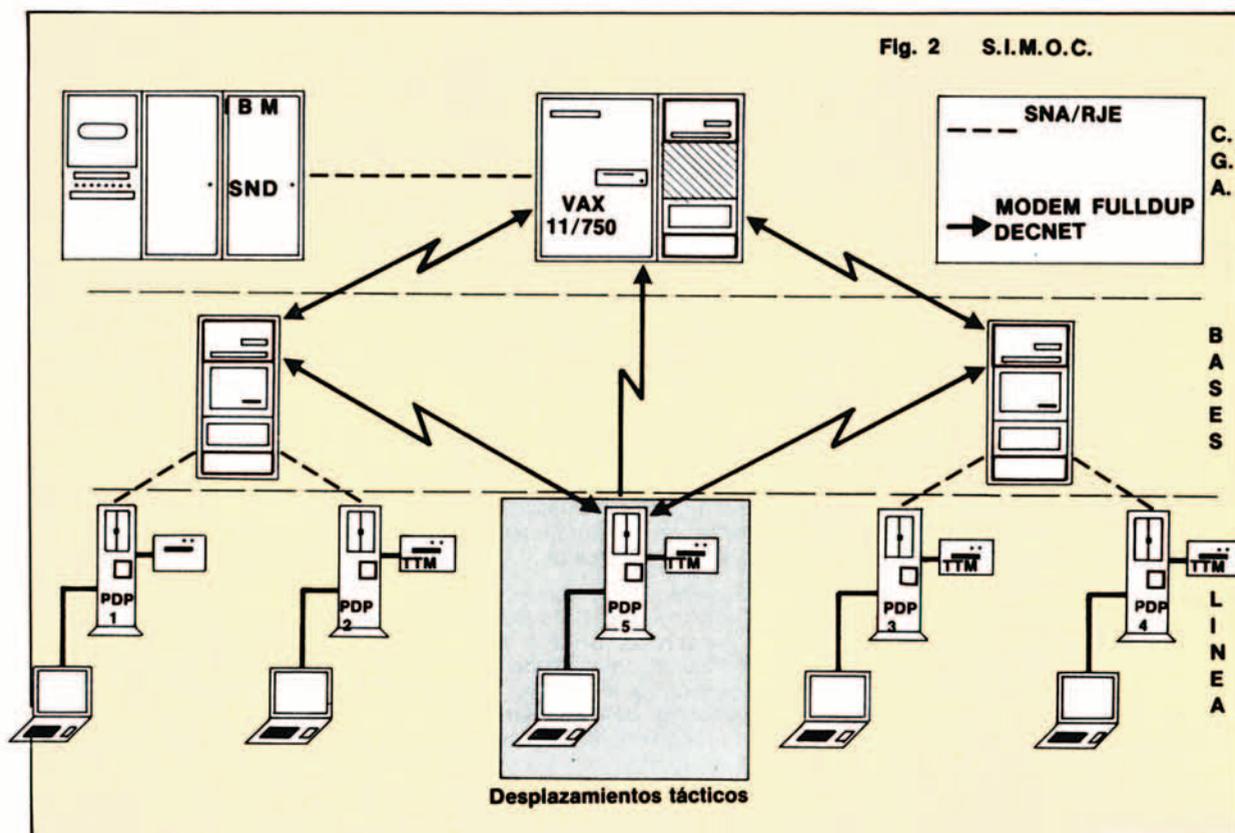




Fig. 2 S.I.M.O.C.



Algunos de los 60 Códigos de Registro distintos grabados en la cinta TTM son:

Códigos Registro	Descripción
1	Datos Tácticos A/A
2	Datos Tácticos A/T
4	Inventario de Armamento
31	Datos de Motor, Ciclos de Vida
45	Incidencias de Vuelo / Parámetros
56	Fatiga Picos / Valles

El SAAD trabaja con los ficheros de datos de vuelo, son ficheros con bloques de longitud fija 2048 bytes. El primer bloque contiene los datos del día de lectura de la cinta TTM, el número de cola del avión, etc. El resto de los bloques contiene los datos leídos de la TTM.

Estos ficheros son:

ADF's.— Son los ficheros producidos por cada lectura de cinta. Estos ficheros son seccionados y archivados en cintas cronológicas.

El formato y estructura de los datos depende del software de a bordo y como éste es susceptible de diversas modificaciones para mejorarlo o ampliarlo, hace que el SIMOC sea un sistema vivo sujeto a modificaciones para adaptarlo a los nuevos requerimientos de los datos de vuelo.

## SSUPM

**E**STE subsistema de explotación para el mantenimiento del motor es utilizado por las Bases y por el C.G.A., aunque con cometidos diferentes. Carga, automáticamente, a cada elemento crítico del motor, los datos de uso de vida del mismo, bien procedentes del SAAD, bien introducidos manualmente a través de pantallas, caso de pruebas de motor en banco.

Coordina, con la función C.G.A. las diferentes Bases, Depósitos y Centros de Reparación, así como el uso óptimo de los repuestos disponibles (módulos o elementos) por los diferentes Escuadrones de Mantenimiento.

Para ello dispone de las siguientes funciones (ver cuadro número 4):

**INVENTARIO.**— Proporciona el control del inventario para cada Unidad o de toda la flota del E.A., de motores, módulos o elementos; su situación (instalados, de repuesto, reparándose, etc.); su estado (útil, reparable, etc.), y su localización. En todos los casos controlando su potencial de vida en ciclos o en horas de vuelo equivalentes.

**NORMAS DE CONFIGURACION Y COMPATIBILIDAD.**— Mediante el WUC, P/N y S/N, proporciona el control de la configuración y la compatibilidad del motor F-404.

**MANTENIMIENTO Y USO DEL MOTOR.**— Proporciona el control y el historial de todas y cada una de las acciones de mantenimiento reflejadas en ODM. Controla, también, el mantenimiento programado (MP) rutinario y no rutinario, su cumplimentación y previsiones de próximos cumplimientos para un motor, un grupo de motores o para todos los de una Unidad.

**CORRECCION DE ERRORES.**— Permite depurar aquellos errores que se hubieran cometido al introducir los datos al sistema y hayan sido detectados.

**INFORMES ESTANDAR.**— Proporciona, interactivamente o en "Batch" aquellos informes, que por su uso frecuente, se han diseñado y normalizado previamente. Estos informes facilitan la ejecución de previsiones de repuesto, la selección del material a desplazar en el caso de un despliegue de la Unidad a otra Base, la programación de MP's rutinarios y no rutinarios (PAESA, Revisiones, etc.), la obtención de datos estadísticos de consumos, horas/hombre, averías, horas de vuelo, etc.; el control de las OTCP's, BS, etc., su aplicabilidad y el estado de su cumplimentación, etc.

**INFORMES A PETICION.**— Proporciona aquellos informes especiales a solicitud del usuario, y no diseñados previamente.

**CONTROL DEL ESTADO DE LA CONFIGURACION.**— Controla física y documentalente la configuración de cada uno de los motores, módulos, elementos y equipos de apoyo al mantenimiento del motor.

Además de controlar las OTCP's, BS, ECP's, etc., esta función puede también llevar un control de los diferentes Manuales de Mantenimiento.

**UTILIDADES.**— Facilita.

- La instalación de nuevas releases de software.
- La construcción de la Base de Datos.
- La gestión de la Base de Datos (creación, restauración, salvado y borrado de tablas, creación de nuevos usuarios ORACLE, etc.).
- La gestión de informes.
- El "backup" de los ficheros que componen el SSUPM.
- Los procedimientos de sincronización.
- Etc.

#### CUADRO NUMERO 4 FUNCIONES DEL SSUPM

S. S .U. P. M.

- Inventario de piezas.
- Normas de configuración y compatibilidad.
- Mantenimiento y uso del motor.
- Corrección de errores.
- Informes estándar.
- Informes de petición a medida.
- Control del estado de la configuración.
- Utilidades.
- Sincronización entre los datos de las bases y el C.G.A.

#### CUADRO NUMERO 5 FUNCIONES DEL SSUPC

S. S .U. P. C.

- Inventario de piezas.
- Normas de configuración y compatibilidad.
- Mantenimiento y uso de la célula.
- Corrección de errores.
- Informes estándar.
- Informes de petición a medida.
- Control del estado de la configuración.
- Utilidades.
- Control de fatiga de la célula.
- Sincronización entre los datos de las bases y el C.G.A.

#### SSUPC

**E**STE subsistema tiene como finalidad, la de disponer de un seguimiento fiable y relativamente fácil de todos aquellos sistemas, conjuntos y elementos de la célula, que el fabricante del avión así lo tiene establecido o de todos aquellos elementos que por su valor, operatividad o seguridad estime el usuario la conveniencia de tener un control de la vida consumida y de las incidencias ocurridas a los mismos. Para conseguir esto, se le ha dotado de las mismas funciones y con cometidos similares a los establecidos en el subsistema SSUPM (ver cuadro número 5), por cuyo motivo no nos entretendremos en este apartado.

Este subsistema, además, tendrá una parte dedicada, exclusivamente al seguimiento de uso de fatiga de la estructura, usando los datos proporcionados por los extensímetros incorporados en la misma. Esta parte, debido a su complejidad y dimensión es tratada en otro artículo de este Dossier.

#### SINCRONIZACION

**E**S el proceso regulador del sistema, esta función se emplea para transmitir las transacciones y tablas entre el C.G.A. y las Bases, a fin de asegurar que se emplean los mismo datos en las distintas bases de datos, asimismo mediante esta función se arrancan los procesos batch de actualización diaria.

Esta función realiza las siguientes acciones:

- Puesta en común de las bases de datos de las Bases y el C.G.A. Esta operación se realiza vía DECnet (Sistema de Comunicaciones DIGITAL) por transmisión y comparación de tablas.
- Interface con SAAD, recogiendo los datos que este subsistema distribuye a SSUPM y SSUPC, incluyéndolos en sus bases de datos.
- Actualización de los datos de uso y mantenimiento de las piezas de motor y célula.
- Actualización de las modificaciones en el inventario de piezas.

Para realizar este proceso, el sistema tendrá perfectamente sincronizadas las secuencias de transmisión de datos de modo que no se interfieran las comunicaciones y que la actualización de la Base de Datos sea según el orden preestablecido. ■

#### SIGLAS

- TTM.— Tape transport magazine.  
MSDRS.—Maintenance signal data recorder system.  
PLTS.— Part life tracking system.  
EPLTS.— Engine part life tracking system.  
DECnet.— Digital equipment corporation network.  
ADF.— Aircraft data file.  
WUC.— Work unit code.  
OTCP.— Orden técnica de cumplimentación en plazo.  
BS.— Boletín de servicio.  
ECP.— Engine change proposal.  
MP.— Mantenimiento programado.