

Sistema de aviónica integrada en el F/A-18

JOAQUIN SANCHEZ DIAZ,
Comandante de Aviación

¿QUE ES EL F/A-18?

EL sistema de armas F/A-18 es demasiado complejo como para intentar definirlo en una simple frase. Tampoco es nuestra intención encontrar esa fórmula mágica que, en pocas palabras, resumiera las capacidades y posibilidades que ofrece este avión y todo lo que lleva consigo. Por otra parte, en esta misma Revista se han publicado diversos artículos que han expuesto magníficamente las distintas facetas desde las que se puede contemplar este sistema de armas.

Pero tal vez sea ésta una ocasión propicia para decir qué es lo que no es el F/A-18. A menudo se oyen versiones "sui generis" que tratan de definirlo de una forma demasiado simplista, y que no hace sino sembrar el confusiónismo y contribuye a malinterpretar una serie de conceptos que son demasiado complejos como para reducirlos a una frase afortunada. Una de esas definiciones es la de que el "F/A-18 es un ordenador que vuela". De ninguna manera; el F/A-18 es mucho más, infinitamente más, que un simple ordenador (o mil que tuviera) que vuela. Consideramos que esta idea es muy importante y como tal debe quedar muy clara desde un principio; una cosa es que el avión esté dotado de ordenadores, y que sin ellos no podría hacer nada, ni siquiera volar, y otra muy distinta es que esos ordenadores pasen a ser la razón misma del sistema de armas. Los ordenadores del avión y sus programas son una simple herramienta al servicio de una misión que cumplir, nada más; pero nunca pasará de eso. Si se aceptara la definición anterior, por la misma razón, los entusiastas de los motores, por ejemplo, estarían en su perfecto derecho de reivindicar su definición particular como que el F/A-18 es "un motor que vuela", porque también los motores, además de una maravilla tecnológica, son muy importantes e imprescindibles. Con ello se entraría en una dinámica absurda que sólo demostraría la miopía de quien defiende estas ideas.

El hecho de que prácticamente todas las actuaciones y capacidades del avión se basen en el uso de ordenadores ofrece unas posibilidades desconocidas hasta ahora, y es el F/A-18 el primer avión en el mundo que posee un sistema de aviónica totalmente integrado.

CUADRO 1

CONTROLES Y PRESENTACION EN PANTALLAS

LOS controles y presentaciones en las pantallas están totalmente integrados con el fin de posibilitar la operación de todos los sistemas por un solo piloto, además de proporcionar una mayor fiabilidad.

Las presentaciones de todos los datos al alcance del piloto se realizan a través del HUD, de dos pantallas idénticas denominadas DDI y en el HI.

Se puede actuar sobre los controles de todos los sistemas y modos de operación de los equipos mediante los mandos situados en la palanca de control y en la de gases, o bien actuando directamente sobre los interruptores dispuestos alrededor de las pantallas DDI y HI.

La posibilidad de actuar sobre la práctica totalidad de los modos de operación de los equipos sin soltar las manos de las palancas de mando y de gases, introduce un nuevo concepto en el que el F/A-18 es pionero y es el denominado HOTAS (Hands On Throttle And Stick).

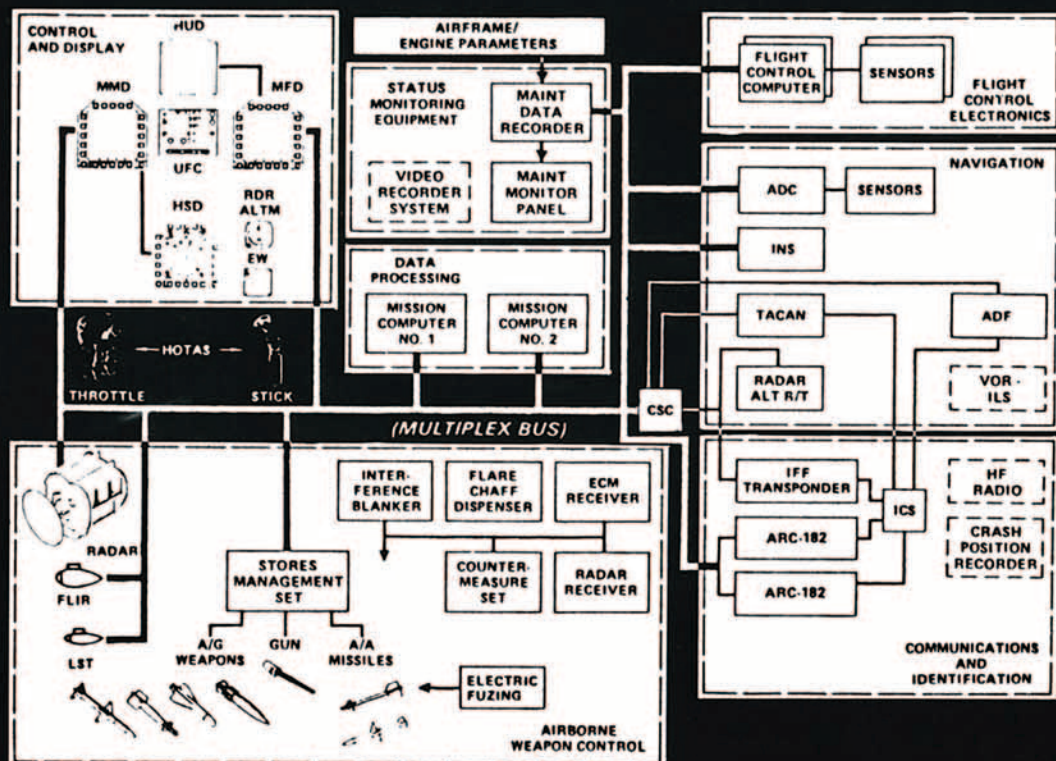
El HUD es el instrumento primario de vuelo. En él se representan los parámetros básicos de vuelo (altura, velocidad, ángulo de ataque, posición del avión respecto al horizonte, etc.), además de la información necesaria para el control de la navegación y parámetros de ataque.

Los DDI izquierdo y derecho son intercambiables de forma que la presentación que aparece en uno se puede trasladar al otro. En general, el derecho suele usarse principalmente para presentación de sensores (radar, FLIR, etc.) y el izquierdo para presentación de las cargas a bordo y estado de las mismas, mensajes de aviso y autocomprobación de equipos.

En el HI aparece fundamentalmente un mapa de navegación con expresión de la posición exacta del avión en cada momento, situación del objetivo seleccionado o puntos interesantes, y todos los parámetros necesarios para la navegación.

Además de todos los controles dispuestos en las palancas de gases y de mando, existe un equipo fundamental que se denomina UFC (Up-Front-Control), situado entre las dos pantallas DDI y que sirve para seleccionar diversos equipos de navegación, como las radios, el piloto automático, IFF, Tacan, VOR/ILS, Data Link, Radar Beacon y ADF (Automatic Direction Finder); esta caja de control sirve igualmente para introducir datos a los equipos de navegación, a los sensores y para establecer los parámetros de lanzamiento de armas.

AVIONICA. DIAGRAMA DE BLOQUES



TRADUCCION DE LAS SIGLAS MENOS CONOCIDAS

HUD (Head-Up-Display): VISOR

MMD (Maintenance Multifunction Display): PANTALLA MULTIFUNCION

MFD (Multi-Function Display): PANTALLA MULTIFUNCION

UFC (Up-Front-CNI): PANEL CONTROL CNI

HSD (Horizontal Situation Display): PANTALLA SITUACION HORIZONTAL

EW (Electronic Warfare): GUERRA ELECTRONICA

CSC (Communications Set Control): CONTROL COMUNICACIONES

ADC (Air Data Computer): CONTROL AERODINAMICA

INS (Inertial Navigation Set)

Fig. 1. Esquema del Sistema de Aviónica del F/A-18.

En los aviones anteriores, añadir nuevas capacidades requería hacer modificaciones en los equipos, pero en muchas ocasiones esto no era posible, de manera que, en la práctica, las capacidades de un avión quedaban fijadas durante su diseño y construcción y sólo admitía muy ligeras modificaciones. La única forma de añadirle nuevas capacidades era mediante modificaciones profundas que afectaban a sus equipos e incluso a su estructura; esta es la razón por la que normalmente existían diferentes modelos de un mismo avión y que desde la primera serie de producción a la última las diferencias fueran enormes.

En el F/A-18 todo esto ha cambiado; los diferentes ordenadores que componen su sistema de aviónica permiten introducir modificaciones en los programas de software que se pueden traducir, sin cambiar nada físicamente (hardware), en nuevas capacidades del avión. Ello le da un carácter dinámico y de adaptabilidad desconocido hasta ahora y que modifica profundamente los conceptos operativos y de mantenimiento tradicionales.

En principio, se podría decir que todo lo que el avión hace en cada momento y todas sus posibilidades están "escritas" en los distintos programas de sus ordenadores, pero si se deseara, se podrían cambiar de forma que, modificando únicamente esos programas, se podrían introducir los cambios que se quisieran y la aviónica del avión reaccionaría de acuerdo con esas modificaciones. Por ejemplo, el mismo interruptor podría usarse para muy distintas funciones, o incluso anularse, con sólo hacer los cambios pertinentes en el programa de software. Del mismo modo, podrían cambiarse los modos de operación de sus equipos (radar, ordenador de mandos de vuelo, sensores, etc.) o sus parámetros de actuación.

Naturalmente todo esto tiene sus limitaciones, y a veces severas, porque debido precisamente al nuevo concepto de aviónica integrada de este avión, cualquier modificación en el programa de uno de los ordenadores

afectará a todos los demás o al resultado final, por lo que la tarea es compleja, exige disponer de una serie de medios y de personal perfectamente preparado para ello.

Otro concepto que ha cambiado es el del armamento; hasta ahora, para que un avión pudiera utilizar una nueva arma, la tarea se centraba básicamente en solucionar los problemas de carga, transporte y lanzamiento, es decir, en analizar el comportamiento aerodinámico y estructural del avión con la nueva carga, así como la separación de la misma en el dominio de vuelo previsto. En el F/A-18, además de todo esto, hay que actuar sobre los programas de software de manera que todos y cada uno de los ordenadores que tienen que intervenir, identifiquen la nueva arma, porque si no fuera así, la aviónica del avión no permitiría siquiera su uso. Por todo ello, en este avión, no sólo consiste en homologar un arma, sino que es preciso "integrarla", es decir, homologarla más haciéndola compatible y obtener el máximo rendimiento de todos los sistemas y modos de operación disponibles en el avión.

SISTEMA DE AVIONICA DEL F/A-18

EL sistema de aviónica del avión está concebido de manera que permita la operación de todos los equipos por un solo piloto. La gran novedad que incorpora el F/A-18 es que este sistema está totalmente integrado, es decir, todos los equipos están intercomunicados a través de unas barras multiplexoras de transmisión de datos (MUX buses) y son, a la vez, interdependientes; todos los datos de cada uno de los equipos son transmitidos conjuntamente a través de esos "MUX buses" y cada palabra "conoce" su destino por un código especial que lleva y que hace que no se interfiera con ninguna otra.

Esto, que ha supuesto una revolución dentro del diseño de equipos de aviónica y que está siendo aplicado a otras muchas áreas, tiene lógicamente ciertas servidumbres y una de ellas es la exacta sincronización de todos los equipos, es decir, no pueden "hablar" dos al mismo tiempo. Para lograr esto es necesario que exista un equipo que haga las veces de director de orquesta, de manera que en cada momento regule las actuaciones de los demás,

CUADRO 2

AYUDA A LA NAVEGACION Y AL VUELO

LAS ayudas al vuelo y a la navegación incluyen el Inertial Navigation Set (INS), el Air Data Computer (ADC), el Magnetic Azimuth Detector (MAD), el Air-stream Direction Sensing Unit (ADSU), un Horizonte artificial y una brújula magnética.

El INS es la fuente primaria de navegación y de actitud del avión, de forma que el tradicional horizonte artificial sólo está para casos de emergencia. El MAD detecta la diferencia entre el norte geográfico y el magnético (declinación) y tiene una fuerte interconexión con el ADC. El ADC a su vez proporciona información de presión estática, temperatura y junto con los datos que recibe del MAD, se obtienen los valores de número de Mach, velocidad calibrada y verdadera, ángulo de ataque y rumbo magnético, que son enviados al MC. Este equipo también envía datos a los motores, al sistema de acondicionamiento de cabina, al IFF y al sistema de control del tren de aterrizaje.

CUADRO 3

CONTROL ELECTRONICO DE VUELO

EL sistema de control de mandos de vuelo, conocido como FCS (Flight Control Set) es digital basado en el concepto control-by-wire. Consta de dos ordenadores y cada uno posee dos canales independientes. Los cuatro canales disponibles aseguran una plena disponibilidad operativa incluso con el fallo de dos de ellos y permite volar perfectamente fallando tres, pasando entonces a modo de operación eléctrica.

También posee un sistema de control mecánico para el caso de fallo total del FCS, aunque el vuelo queda fuertemente restringido.

El FCS proporciona también control de dirección de la rueda de morro, compensación en los tres ejes, compensación para el despegue, piloto automático en todas sus modalidades, control automático de los gases y aviso de pérdidas.

enviando las órdenes adecuadas y recibiendo los datos necesarios; esta labor la lleva a cabo uno de los dos Ordenadores de Misión (MC).

Por otra parte, el piloto puede actuar directa o indirectamente sobre todos los equipos a través de una serie de mandos dispuestos en las palancas de gases, en la palanca de mando y por toda la cabina. Pero para poder actuar sobre ellos adecuadamente, el piloto necesita disponer de la información necesaria, en el sentido de conocer en cada momento todos los modos de actuación de los equipos, parámetros, etc.; todo ello aparece en el visor (HUD, Head Up Display), en dos pantallas de presentación de datos (DDI, Data Display Indicator) y en el HI (Horizontal Indicator); las presentaciones que aparecen en cada una de ellas pueden intercambiarse de forma que se puede dedicar cada pantalla a una función determinada.

De forma esquemática, el sistema general de aviónica está contemplado en la figura 1, y consta de 9 grupos de equipos:

- Mission Computers (MCs) (Ordenadores de misión).
- Stores Management Set (SMS) (Ordenador de gestión de cargas).
- Control and Display. (Control y presentación en pantallas).
- Navigation and flight aids. (Ayudas a la navegación y al vuelo).
- Electronic flight control. (Control electrónico de vuelo).
- Tactical sensors. (Sensores tácticos).
- Communication, radio navigation and identification. (Comunicación radio-navegación e identificación).
- Electronic warfare. (Guerra Electrónica).
- Recording and monitoring (Registro y Seguimiento)

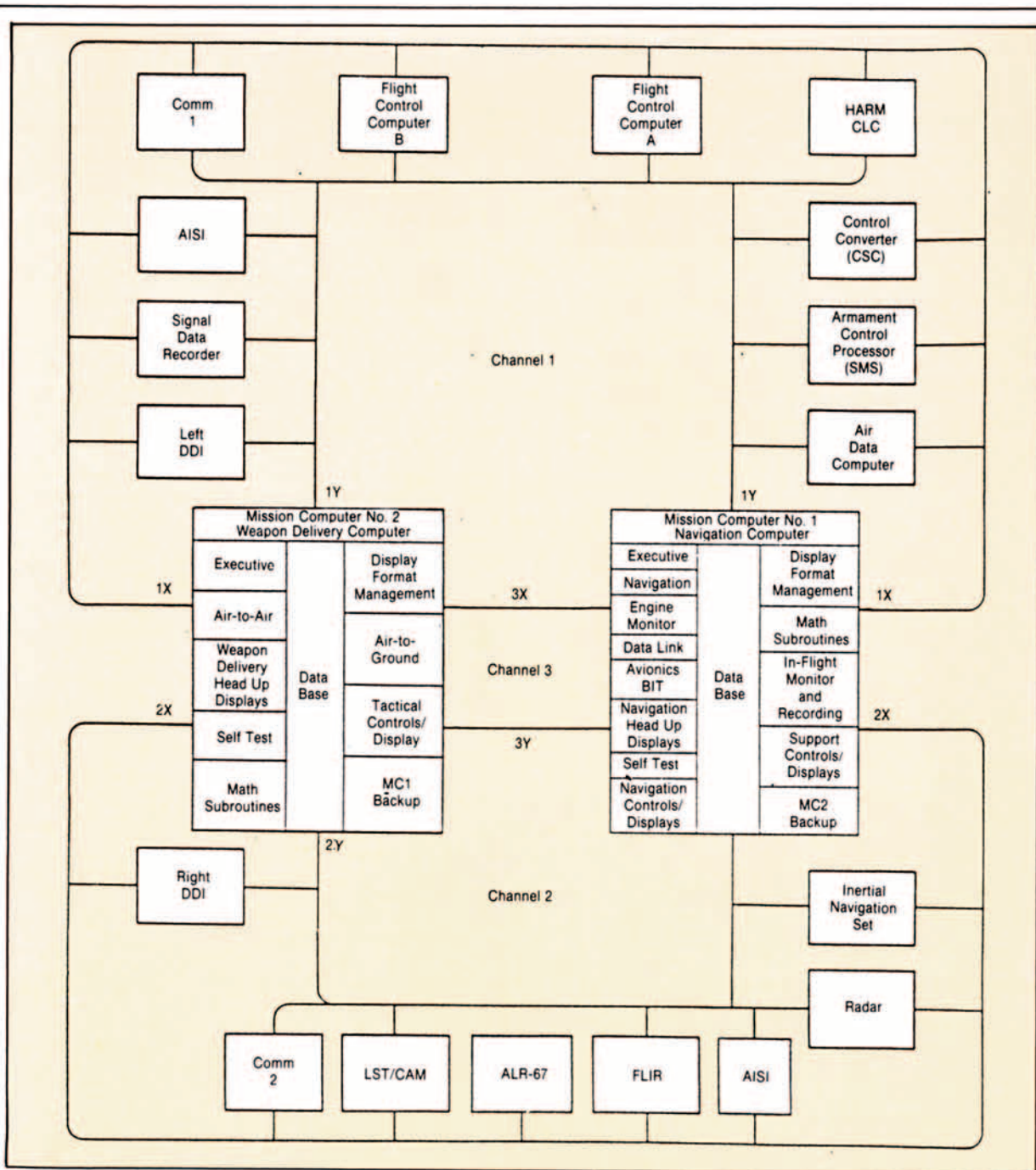


Fig. 2. Canales y funciones de los computadores de misión (MC)

Ordenadores de misión (MC)

Los dos MCs están interconectados con los demás equipos a través de buses denominados "Avionics Mux Buses" y controlan toda la información que circula por ellos, además de procesar la recibida de los distintos sensores y de proporcionar al piloto los datos de misión a través de las pantallas (DDI, HUD y HI). Si uno de ellos falla, el otro se hace cargo de alguna de las funciones del averiado con el fin de proporcionar una cierta capacidad de operación (back-up).

El MC núm. 1 se conoce también como Ordenador de Navegación y se encarga de procesar todos los datos referentes a navegación, presentaciones en pantalla, comprobaciones de autoprueba (BIT, Built-In-Test), así como ciertos datos del otro MC.

El MC núm. 2 es el Ordenador de Lanzamiento de Armas y procesa todos los datos de misiones en modos aire-aire y aire-superficie, presentaciones en pantalla y algunos datos del otro MC.

Los programas donde van contenidas todas las instrucciones para su funcionamiento se denominan OFP (Operational Flight Program).

CUADRO 4 SENSORES TACTICOS

LOS sensores tácticos del F/A-18 son el radar, el Forward Looking Infrared (FLIR) y el Laser Spot Tracker/Strike Camera (LST/SC).

El radar posee diversos modos de operación, tanto en aire-aire como en aire-superficie, para la detección de blancos, designación y seguimiento de blancos y para navegación. Su frecuencia de repetición de impulsos (PRF) varía de acuerdo con el modo seleccionado para optimizar su funcionamiento; al mismo tiempo, los parámetros que obtiene en su función de navegación pueden utilizarse para actualizar los datos del MC y mejorar así la exactitud en el lanzamiento de armamento.

El FLIR puede ir montado en la estación 4 (izquierda en el fuselaje) en lugar del misil Sparrow. Es capaz de proporcionar imágenes infrarrojas, en tiempo real, de una determinada amplitud para operaciones nocturnas. Ultimamente se le ha dotado de la capacidad para la detección y seguimiento de blancos aéreos con posibilidad de esclavizarlo al radar o viceversa.

El LST es un sistema que detecta y hace el seguimiento de blancos que están siendo iluminados por un designador láser. Este equipo se monta en la estación 6 (derecha en el fuselaje) y reemplaza también al Sparrow.

La Strike Camera (SC) está instalada en la parte posterior del LST sobre un soporte giratorio y proporciona automáticamente imágenes fotográficas de la zona del blanco sobrevolada por el avión. La cámara es orientada hacia el blanco por el MC.

CUADRO 5 COMUNICACIONES, RADIO-NAVEGACION E IDENTIFICACION (CNI)

LOS equipos que componen este grupo están representados en la figura 1. La forma de controlar todos ellos es a través del CSC, mediante los controles dispuestos en el UFC y en otros mandos en la consola izquierda (ACI).

Posee dos equipos de radio idénticos para VHF y UHF, dotados de un sistema auxiliar para la transmisión y recepción de mensajes cifrados y con posibilidades para detección automática de la dirección del emisor (ADF). El resto de los equipos pueden considerarse tradicionales.

CUADRO 6 GUERRA ELECTRONICA

LOS equipos de guerra electrónica que posee el avión, además del propio radar, incluyen el "Interference Blanker" (apantallamiento) y equipos alertadores y perturbadores activos y pasivos de autoprotección.

El "Interference Blanker" es un regulador que establece el sincronismo entre las emisiones del radar y los equipos de guerra electrónica.

En general, los equipos de guerra electrónica son los menos integrados a excepción del alertador, pero en el futuro ésta será un área de fuerte expansión y estará plenamente integrada.

Existen tres canales de comunicación, con dos circuitos redundantes (X e Y) por cada canal (figura 2). El canal 1 une los MCs con:

- Flight Control Computer (FCC). (Ordenador de Control de Vuelo).
- Air Data Computer (ADC). (Ordenador de Datos de Vuelo).
- Communication System Control (CSC). (Control del Sistema de Comunicaciones).
- Stores Management Set (SMS). (Ordenador de Gestión de Cargas).
- Signal Data Recorder (SDR). (Registrador de Datos de Señales).
- Command Launch Computer (CLC). (Ordenador de mando de lanzamiento).
- Left DDI. (Pantalla multifunción izquierda).
- ARC-185 Radio (Comm 1).

El canal 2 une los MCs con:

- Inertial Navigation Set (INS). (Sistema de Navegación Inercial).
- Radar.
- Forward Looking Infrared (FLIR). (Sistema de detección y Seguimiento por infrarrojos).
- Laser Spot Tracker/Strike Camera (LST/SC). (Detector de blancos iluminados por láser).
- Data Link.
- Right DDI. (Pantalla multifunción derecha).
- ARC-185 Radio (Comm 2).
- Aircraft Instrumentation Subsystem Internal (AISI).

El canal 3 proporciona la transferencia de datos entre los dos MCs.

Ordenadores de Gestión de Cargas (SMS)

Este conjunto de ordenadores es el que realiza el inventario de todas las armas a bordo, así como de su estado, selección, acondicionamiento de las mismas antes del lanzamiento, y disparo. Consta de un ordenador de armamento (SMP, Stores Management Processor) de 64 K bytes de memoria y 9 transmisores de señales de mando denominados "decoders" (codificadores); uno de cada estos "decoders" está colocado en cada estación de armamento del avión. La comunicación entre el ordenador de armamento y los "decoders" se efectúa a través del denominado "Armament Mux Bus".

Cada arma está identificada por un código de forma que al instalarla en el avión hay que seleccionar en unas ventanillas del SMP los números correspondientes al código de esa arma. Si no se pusiera ningún código (OO), dependiendo del tipo de arma podría ocurrir que no se pudiera lanzar, porque el SMP no conoce de su existencia, o bien, si tiene alguna conexión eléctrica, los "decoders" enviarían la señal correspondiente al SMP, pero como éste no considera que lleva ningún arma, enviará a través del MC una señal a las pantallas de cabina, para avisar al piloto de la anomalía. Suponiendo que se realizara la misión en esas condiciones, el SMP comunicará al MC que

no lleva ningún arma y éste, a su vez, efectuará todos los cálculos para esa configuración. El ordenador de mandos de vuelo (FCS) actuará igualmente como si no llevara nada, por lo que es fácil imaginar que la seguridad en vuelo puede verse afectada gravemente, sobre todo con armas pesadas o con fuerte incidencia aerodinámica.

También se podría engañar al SMP (y al avión en general) poniendo un código distinto del que corresponde al arma que realmente lleva. Por ejemplo, supongamos que se instala una bomba MK—82 Snakeye, pero en vez del código que la corresponde "XX" se pone otro en el SMP. Pueden ocurrir dos casos:

a) Que el nuevo código corresponda también a otra bomba o arma que no tenga conexión eléctrica con el avión, es decir, a otra bomba "tonta". Si el código seleccionado fuera el "XX" (MK84), el SMP tendría en cuenta que lleva esa bomba y le pasaría al MC los datos correspondientes, con lo que todos los cálculos que éste realizaría serían para las MK-84. Esto afectaría absolutamente a todo el vuelo y, a la hora del disparo, los cálculos de puntería serían los correspondientes a esa bomba, por lo que el punto de impacto real tendría un error que en parámetros de lanzamiento normales podría ser de más de 500 metros.

b) Que el nuevo código corresponda a un arma con conexión eléctrica con el avión. Por ejemplo, si el código seleccionado fuera el "ZZ" (misil Maverick), el SMP inicialmente aceptaría que lleva ese misil, pero los "coders" detectarían inmediatamente que no existen las conexiones necesarias, ni hay intercambio de comunicaciones con el arma, al tratarse en realidad de una MK-82 Snakeye. Ello provocaría la aparición en pantalla de una señal para advertir al piloto de esa discrepancia e impediría el disparo de la misma.

También cada tipo de espoleta tiene su código correspondiente y hay una tabla de compatibilidades que exige que el código del arma tiene que ser compatible con la espoleta.

Por todo ello, el hecho de integrar una nueva arma en este avión es un proceso complejo que exige no pocos esfuerzos, medios y personal, incluso cuando se trate de un arma "tonta" no impulsada; en el caso de armas "inteligentes" el problema es mucho mayor. El caso más sencillo de integrar una nueva bomba lisa no guiada, requerirá llevar a cabo todos los ensayos de comportamiento aerodinámico y estructural, separación, apertura de dominio, etc., pero además, es preciso modificar los programas de software del MC y del SMS; en el SMS hay que asignarle un nuevo código de manera que identifique a la nueva arma como tal, así como las espoletas correspondientes, y en el MC hay que introducirle todos los datos de trayectoria de la bomba, peso, centrado, etc.

En el caso de armamento guiado aire-aire o de armas inteligentes aire-superficie, además del MC y SMS, intervienen el radar y otros sensores, por lo que habrá que modificar o controlar también sus programas, junto con los del CSC, ADC y SDR, entre otros.

En los cuadros 1 a 7 podrá encontrar el lector una descripción de la función de los restantes subsistemas.

CUADRO 7 REGISTRO Y SEGUIMIENTO

LAS funciones de registro y seguimiento se realizan, sobre determinados equipos, a través de su propio sistema de comprobación (BIT), por el MC núm. 1 y por el MSDRS (Maintenance Signal Data Recorder Set).

El MSDRS actúa bajo control del MC y registra datos de fatiga estructurales, parámetros de los motores fuera de límites y los parámetros del avión, y del objetivo una vez que ha sido designado y se han lanzado las armas. Existe además otro registrador denominado MMP (Maintenance Monitor Panel), que sirve para comprobación de ciertos parámetros en la inspección post-vuelo.

UN SISTEMA EN CONTINUA EVOLUCION

S el lector ha tenido el valor y la paciencia de haber seguido la descripción, forzosamente simplificada, que se ha hecho, habrá podido darse cuenta de la complejidad del sistema de aviónica del F/A-18. Ello abre unas posibilidades casi ilimitadas de utilización, no sólo por las capacidades actuales, sino por el potencial de crecimiento que dispone el sistema. Pero esta facultad de expansión introduce tal vez la mayor complejidad y es la de mantenerse al día en esa constante evolución del avión.

En primer lugar aparecen problemas en las tripulaciones, ya que al ir variando con cierta frecuencia (normalmente una vez al año), algunas de las capacidades del avión o bien por añadir unas nuevas, es preciso mantenerse actualizado constantemente y no siempre es fácil. Mantenimiento debe enfrentarse al mismo problema.

Por la expansión tiene sus límites. Unas veces debido a que algunos de los equipos actuales ha llegado a su máximo de capacidad; otras porque la velocidad de tratamiento de datos (sobre todo de los MC y del radar) es insuficiente; y, por último, porque para lograr las mejoras que se pretenden son necesarios cambios físicos (hardware) en los equipos o incluso en la estructura del avión.

Las previsiones para el F/A-18 en los próximos años han hecho que sea éste el caso de los modelos actuales, es decir, algunos de sus equipos se encuentran saturados, por lo que no es posible ampliar sus performances. Además, las nuevas armas que se quieren integrar y las nuevas capacidades que se persiguen hacen que sean necesarias profundas transformaciones del actual F/A-18, hasta el punto de que el nuevo modelo que cumple con esos requisitos se denomina F/A—18 C (F/A-18D la versión biplaza); estos modelos han empezado a salir de fábrica en octubre de 1987, aunque no se empezará a desarrollar plenamente sus nuevas capacidades hasta octubre de 1988. Los EF-18 también poseerán estos nuevos equipos, por lo que están abiertas todas las posibilidades de crecimiento para nuestro avión.

Todo esto hace que el F/A-18 introduzca una serie de dificultades desconocidas hasta ahora que afectan, desde el planeamiento a todos los niveles, hasta la propia ejecución de las misiones.

Por todo ello, y como decíamos al principio, este avión y todo lo que significa, no puede encasillarse en ninguna definición, ni ser objeto de intereses particulares ni de visiones obtusas, sino que debe ser comprendido en la nueva dimensión que exigen los tiempos.

Sólo una cosa permanece invariable: Por encima de toda novedad tecnológica y de cualquier otra consideración, al final, un hombre solo, en una situación física y emocional extremadamente adversas, tendrá que subirse a ese avión, llegar al objetivo y cumplir la misión que tiene asignada. Esa es la verdadera y única razón de ser del F/A-18, de cualquier otro avión de combate y, en definitiva, del Ejército del Aire. ■.