



El Ejército del Aire hacia el año 2000: el reto tecnológico

FRANCISCO JAVIER ILLANA. SALAMANCA,
Teniente Coronel Ingeniero Aeronáutico

EL Ejército del Aire llegará al año 2000 con una renovación completa de la actual flota de aviones de combate. El C-15 (EF-18) será un sistema maduro que alcanzará, en la primera década del próximo siglo, 20 años de servicio en nuestro ejército y, posiblemente, se esté estudiando su sustitución o actualización para hacer frente a las nuevas amenazas. El EFA estará completando su despliegue y el EA/A-X pudiera estar empezando su andadura operativa.

En realidad no puede hablarse de una transición brusca entre diferentes generaciones de avio-

nes de combate, ya que siempre hay soluciones de continuidad a los requisitos operativos. Lo que ocurre en fuerzas aéreas de dimensiones similares a nuestro Ejército del Aire es que se ven obligadas a la sustitución del material volante sobrepasando los límites del agotamiento de su capacidad operativa pasando de una generación a otra sin solución de continuidad. Así, los años 50 han contemplado la transición de aviones de hélice (basados en diseños, como el Me-109, de la Segunda Guerra Mundial) a la era del reactor con la llegada del T-33 y F-86; los años 70 vieron la llegada a los

Mirage IIIC (C-11), F-4C (C-12) y Mirage F.1 (C-14) y en la segunda mitad de los 80 se ha culminado el programa FACA con el C-15 (EF-18). Esta situación supone un esfuerzo traumático de adaptación a las peculiares características de cada generación de sistemas, ya que soluciones que han funcionado bien para un modelo no tienen por que dar un resultado adecuado en otro de generación posterior.

¿Cuál es la diferencia que puede caracterizar estos sistemas de armas con los que se está enfrentando el Ejército del Aire? No se trata de describir mejoras tecno-

lógicas que, de forma natural, se van introduciendo en los diseños y que son meras consecuencias de los avances científicos. El problema es identificar aquellas características que supongan una diferencia conceptual y obligue a un nuevo tratamiento en el apoyo y operación del sistema de armas.

Por último es necesario considerar el Espacio como área de interés para el Ejército del Aire. La disponibilidad de datos, que provienen de satélites (meteorológicos, de reconocimiento y de comunicaciones/navegación), durante las próximas décadas, obligará a reconsiderar el tradicional alejamiento de nuestro Ejército en actividades espaciales.

UNA NUEVA GENERACION DE AVIONES DE COMBATE

¿Podemos hablar de una nueva generación de aviones de combate? A los diseños de un sistema de armas se han ido añadiendo innovaciones conceptuales y tecnológicas que plasmadas en un momento dado permiten considerar a una familia de estos como

perfectamente diferenciada de los anteriores y constituir una "nueva generación".

En la actualidad están en servicio una serie de sistemas de armas a los que, además de una serie de innovaciones tecnológicas, se han unido una filosofía conceptual nueva: Consiste esta en el elevado grado de integración alcanzado entre todos los diferentes subsistemas que lo componen. Pioneros de esta generación han sido el F-16 de General Dynamics, el F-18 de McDonnell, el Mirage 2000 de AMD-BA y el Panavia Tornador y un representante genuino lo será el EFA.

Podemos describir la integración como la utilización cooperativa de los recursos disponibles en todos los subsistemas del avión para conseguir el rendimiento óptimo en función de la misión que, en ese momento, esté realizando el sistema. En un sistema de estas características, los diversos componentes actúan coordinadamente bajo la dirección de un órgano centralizado de control y cálculo; cada uno aporta la información solicitada. Tecnológicamente este concepto ha sido

posible gracias al desarrollo de computadores aptos para operar en el exigente ambiente de un avión de combate y los avances en el diseño de redes de distribución de información. Operativamente se ha impuesto como consecuencia de la creciente complejidad de los sistemas de armas para tratar de disminuir tres efectos de esta: elevación de carga de trabajo del piloto por encima de niveles tolerables para la eficacia de la misión, aumento exponencial de peso y dificultad en la diagnosis de averías.

El concepto de un sistema de armas integrado permite:

— Automatizar funciones previamente realizadas por el piloto con la consiguiente disminución de carga de trabajo sobre éste. El ambiente en el que se desarrollarán las operaciones aéreas obligará a utilizar un gran número de sensores. Estos generan una gran cantidad de datos que se presentan al piloto y actúa en consecuencia. Aunque se ha tratado de disminuir la cantidad de datos presentados, en la práctica no ha dado los resultados que se esperaba y hoy podemos ver, en este tipo de sistemas, como las pantallas de presentación (HUD, Head-up-display o MFD, Multifunction Display) se han ido llenando de datos que dificulta su interpretación y disminuye los tiempos de respuesta.

En un sistema integrado se puede llegar a tratar los datos de forma que al piloto se le presente ya información elaborada. La tendencia actual es utilizar técnicas de Inteligencia Artificial (IA) para procesar estos datos de forma similar a como lo haría un operador humano.

Otro beneficio de este enfoque es poder reducir los tiempos de respuestas, e incluso automatizar esta. En ciertas aplicaciones, como, por ejemplo, en el subsistema de Guerra Electrónica el procesado de la señal y la reacción automática es una necesidad operativa.

— Optimizar la utilización de los sensores. Se trata de utilizar, en cada momento de la misión el sensor más adecuado en función de los requisitos prioritarios de esta. Así, por ejemplo, en función de la amenaza el sistema podrá seleccionar el sensor que, en ese momento, proporcione una mayor discreción de empleo o un alcance superior de detección. Se trata de evitar el empleo superpuesto de sensores que aumentan la carga de trabajo y disminuyen la supervivencia del sistema.

FIG. 1 GENERACIONES DE AVIONES DE COMBATE DESDE LA SEGUNDA GUERRA MUNDIAL

	AVION REPRESENTATIVO	CARACTERISTICAS TIPICAS
1945-1950	De Havilland "Vampire" F-84G "Thunderjet" Mig-9 "Fargo" Dassault MD-450 "Duragan"	Primera generación de reactores Utilización del reactor de forma convencional
1950-1955	F-86 "Sabre" Mig-15/17 Mystere IV	Diseños genuinos para reactor. Empleo de alas en flecha. Primeros diseños de interceptadores "todo tiempo"
1955-1960	F-100 "Super Sabre" Mig-19 Super Mystere B-2	Primera generación aviones supersónicos. Uso postcombustión.
1960-1970	F-4 B/C "Phantom" Mig-21 Mirage III C Bac Lightning FMK-6	Segunda generación aviones supersónicos. Uso avances aerodinámica supersónica. Utilización radar en sistema control fuego.
1970-1990	F-16 A/B "Fighting Falcon" Mirage 2000 F/A-18 "Hornet" Mig-29 "Fulcrum" Jas "Gripen"	Elevado grado de integración. Uso de turbofanos. Nuevos materiales. Técnicas control vuelo "Fly-by-wire"
1990	EFA ATF (USAF) Mig-2000 Rafale B	Sistemas armas totalmente integrados Flexibilidad operativa Reducción vulnerabilidad.

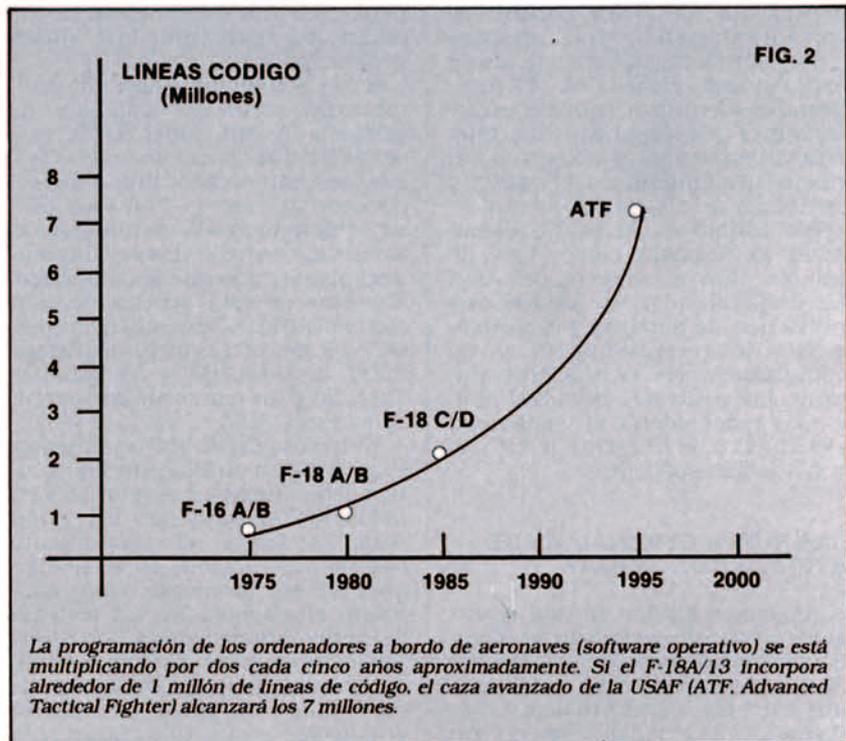
— Alcanzar diseños de cabina más ergonómicos. Como la información está disponible y controlada por un órgano central, se puede presentar utilizando uno o varios dispositivos (normalmente visor de "cabeza alta", HUD o de "cabeza baja" MFD). Las cabinas se hacen así más sencillas con el consiguiente ahorro en peso y dimensiones de ésta.

— Reducir los elementos de control del sistema de armas. Solo habrá que actuar sobre el órgano central de proceso para transmitir las órdenes del piloto. Actualmente ya está operando el llamado concepto HOTAS (Hands-on-throttle-and-stick) que permite al piloto controlar el funcionamiento del sistema sin separar las manos de la palanca de control y el mando de motor.

— Aumentar la fiabilidad de misión de los equipos. Al estar optimizado el funcionamiento de los sensores, estos se utilizarán menos tiempo durante el desarrollo de la misión, aprovechando mejor el "tiempo bueno" (sin averías) de estos. Los sistemas integrados permiten además la incorporación de potentes sistemas de autoprueba (Built-in-test) que mejoran la capacidad de diagnóstico de averías y, por tanto, su mantenibilidad. Adicionalmente cada sensor puede diseñarse para optimizarle de acuerdo con el resto del sistema y evitar redundancias. El resultado será un sistema más fiable, con mejores características de mantenimiento y de menor peso y volumen.

CONDICIONANTES EN EL MANTENIMIENTO DE LOS SISTEMAS DE ARMAS

Como hemos indicado antes, el control del funcionamiento de un sistema integrado descansará sobre uno o varios ordenadores y sus correspondientes programas (software operativo), estos juegan un papel muy importante en la concepción del sistema de armas. Sin caer en el tópico del "ordenador volante", lo que es indudable es que el software operativo marca un carácter diferenciador de los actuales sistemas de armas con los de otras generaciones. La complejidad de estos programas se multiplica por dos cada cinco años; el nuevo caza de la USAF (ATF, Advance Tactical Fighter) incorporará unos 7 millones de líneas de código en su ordenador (como dato comparativo la lanzadera espacial, Space Shuttle, uti-



liza alrededor de 3 millones de líneas de código) y se especula que la SDI (Iniciativa de Defensa Estratégica de los EE.UU) necesitará entre 10 y 100 millones de líneas de codificación.

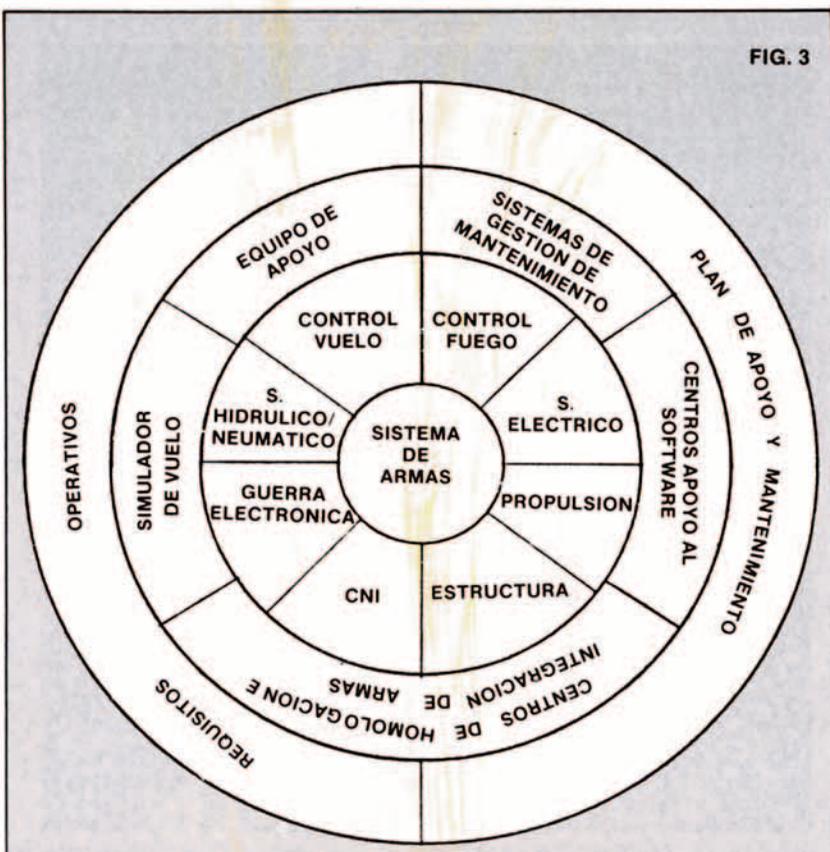
Esta característica de los sistemas impone servidumbres que exigen consideración especial en su mantenimiento. Como resultado de su grado de integración no puede tratarse de forma aislada ninguno de los subsistemas que componen el Sistema de Armas; no puede ya considerarse a ninguno (p.e., hidráulico, eléctrico, motor, etc.) como de funcionamiento autónomo e independiente. La denominada Ingeniería de Sistemas, que considera al sistema como conjunto y estudia en profundidad las relaciones entre los distintos subsistemas, adquiere un papel de protagonista en el mantenimiento del sistema. Esta ingeniería deberá ir más allá de lo que es la propia plataforma de armas y comprenderá el conjunto de elementos periféricos a la misma (simuladores de vuelo, equipo automático de apoyo, sistemas de gestión de mantenimiento, etc.) que deben ser totalmente compatibles entre ambas. Vamos a considerar a continuación las áreas marcadas por estas características del Sistema de Armas.

En primer lugar se exigirá un Control de Configuración muy riguroso y disciplinado. Riguroso para conocer en detalle cada uno

de los elementos, hardware y software, que componen el sistema y disciplinado para evitar que un organismo usuario del sistema o subsistema introduzca modificaciones a iniciativa propia. La importancia del control de configuración deriva de dos hechos: Primero, la filosofía de mantenimiento a aplicar exige el tratamiento individualizado de cada componente y, segundo, la interacción Software/Hardware implicará unas tablas de compatibilidad (conocer qué programas, software, pueden rodar con cada configuración) entre los equipos de abordo y los programas operativos. Disponer de un adecuado control de configuración es uno de los retos tecnológicos más exigentes, debe ser, además, suficientemente riguroso y disciplinado porque en caso contrario se puede perder la capacidad no solo de mantener adecuadamente el sistema sino de operarlo con seguridad y eficacia.

Otro aspecto a considerar junto con el anterior es el conjunto de periféricos que van íntimamente asociados al sistema de armas: simuladores de vuelo y mantenimiento, sistemas de gestión de mantenimiento, equipo de apoyo, etc. Aunque siempre se han considerado como parte del sistema en realidad no se ha pasado de ser un mero ejercicio teórico, gestionándose el mantenimiento de cada uno de ellos sin necesitar, apenas, interrelacionarse. Los sis-

FIG. 3



En estos momentos ya están operativos Sistemas de Armas con un grado de integración elevado. La influencia de esta concepción de diseño varía según tres niveles dependiendo del grado alcanzado. Un primer nivel estará constituido por los sistemas a bordo de la aeronave, cualquier modificación en uno de estos podrá tener consecuencias en el resto. Un segundo nivel lo forman elementos periféricos de soporte de la aeronave que estarán influenciados por los cambios de configuración del mismo. Un tercer nivel consiste en la utilización operativa y plan de apoyo y mantenimiento anejo a ésta.

temas que nos ocupan exigirán una centralización muy fuerte de las decisiones de mantenimiento a fin de asegurar un desarrollo armónico de todos los subsistemas. En caso contrario puede ocurrir que el simulador de vuelo no se asemeje al avión real o, por poner otro ejemplo, un equipo automático de prueba sea incompatible con los elementos del avión. Junto al control de configuración, conseguir una dirección única y centralizada y eficaz de mantenimiento de todo el sistema de armas será otro de los retos del futuro.

Ya se ha indicado anteriormente la importancia del denominado software operativo. El control del mismo será imprescindible para poder mantener el sistema e integrar nuevos equipos y armas. Este control debe llegar a conocer cada línea de los programas que "ruedan" en cada uno de los ordenadores de abordaje y así ser capaces de modificar estos conforme a las exigencias. Para poder realizar

esta función se necesitarán otros dos elementos imprescindibles: un personal técnicamente cualificado y unos medios físicos que permitan estudiar, en un ambiente de laboratorio previo a las pruebas en vuelo, la interacción entre el programa (software) y los equipos (hardware) que controla. El conocimiento de los programas que controlan el sistema deberá aparecer como un elemento imprescindible en la redacción de pliegos de condiciones para adquisición o modificación de sistemas de armas. Por otro lado, si bien el número de personal técnico adecuado podría estar fuera de la capacidad de reclutamiento y retención del Ejército del Aire, si que resultará imprescindible el disponer de un cuadro mínimo que permita, al menos, la especificación de lo que se quiere desarrollar o modificar para, si es necesario, contratar con la industria. Con esta generación de sistemas de armas el desafío informático ha llegado a la aviación.

Por último hay que destacar una filosofía de mantenimiento que poco a poco se va imponiendo: se trata de individualizar, avión por avión y elemento a elemento, las acciones de mantenimiento preventivo en función de la utilización real que haya tenido el sistema. Se trata de huir de reglas cuya aplicación con criterio único se realizaba en base a modelos conservativos (utilización según el peor caso). Se trata de estimar el desgaste real que haya tenido un elemento y poder así extraer todo el potencial disponible del mismo. Como dos flotas de aviones, pertenecientes a distintos países, nunca tendrán una utilización idéntica, los resultados o acciones que otro usuario haya podido tomar, no podrán trasladarse a otros sin un análisis y estudio previo en función del uso del sistema, información que no siempre está disponible. La puesta a punto de una ingeniería de mantenimiento, o como en el caso anterior de capacidad para gestionarla, será imprescindible para asegurar la operación económica y la disponibilidad operativa de los sistemas de armas de esta nueva generación.

EL ESFUERZO TECNOLÓGICO HACIA EL AÑO 2000

Vamos a tratar de efectuar un repaso de áreas tecnológicas sobre las que se está trabajando actualmente y que, de alguna forma, pueden influir en el sentido de las operaciones aéreas: La sorpresa tecnológica puede ser siempre posible bien utilizando algo nuevo o extrayendo de lo existente nuevas formas de empleo. No se tratará de dar una visión exhaustiva pero complementará lo indicado en el apartado anterior.

En primer lugar vamos a referirnos a un parámetro que, aunque no está relacionado con la operación de la aeronave, si lo está con la dimensión total de la fuerza: el coste de ciclo de vida del sistema de armas. Se está realizando un gran esfuerzo para tratar de disminuirlo, ya que durante las últimas décadas el coste de adquisición de un sistema de armas ha aumentado por término medio un 8% que significa en 25 años multiplicar por un factor de cerca de 7. Si consideramos un aumento de los recursos disponibles de un 3% (hipótesis muy optimista) estos se multiplicarán por dos en el mismo periodo de tiempo. El resultado final será una disminución de la fuerza por

falta de recursos. Hasta el momento las herramientas utilizadas para control de coste (p.e. la denominada diseño a coste, Desing-to-cost) no han dado todo lo que se esperaba de ellas. El único factor que en estos momentos parece que tiene éxito es el número de unidades producidas, situación que espolea los programas multinacionales. El coste de los sistemas de armas y como resultado la dimensión de la fuerza es una de las grandes incógnitas del futuro. Las investigaciones actuales sobre nuevos procedimientos de fabricación, nuevos materiales, etc., quizás despejen esta incógnita.

La capacidad de supervivencia del sistema mediante el aumento de sus cualidades pasivas (discreción de empleo operativo, capacidad de absorción de daños, etc.) y activas (ECM, maniobras evasivas de forma automática, etc.) es otra área en la que los avances tecnológicos tendrán una influencia decisiva en el campo de batalla. La tecnología de materiales y pinturas absorbentes de microondas está bastante madura, la aplicación de estos materiales conocidos por las siglas RAM (Radar Absorbent Material) debe ir acompañada de cambios substanciales en la forma exterior de las aeronaves si se quiere un efectivo enmascaramiento ante el radar enemigo. Las formas de diseño que cumplen estas características (conocidas por "stealth"), tales como posición de superficies de control, motores, etc. pueden ir en contradicción con los requisitos de estabilidad y control. Sin embargo, el avance cada vez mayor en las técnicas de control de vuelo digital "fly-by-wire" hacen pensar que una aeronave tipo "stealth" puede ser ya una realidad. Si además el sistema emplea sensores pasivos (captadores de radiación IR, de ondas milimétricas, etc.) tendremos un avión muy difícil de detectar incluso en la fase terminal de la misión: su destrucción sólo podría ser posible en el suelo, en su aeródromo. Los avances tecnológicos en este área podrían tener influencia en la forma de llevar a cabo las operaciones aéreas, potenciando el papel de la aviación ofensiva y armas que sean capaces de penetrar en refugios y romper de forma eficaz pistas a fin de destruir o inmovilizar al enemigo en su base.

La Flexibilidad en el empleo operativo de la plataforma de armas es otra de las áreas de gran interés. La polivalencia es una filosofía que tiene sus limitaciones derivadas del hecho de que el



FIG. 4

Esta foto ha sido publicada por la prensa especializada. Ha sido tomada por el satélite francés SPOT especializado en búsqueda de recursos naturales. Corresponde a unas instalaciones de la Unión Soviética dedicadas al desarrollo de armas láser situadas en las montañas de Nurek (Dushambe). La aplicación militar de la información proporcionada por este tipo de satélites es evidente. La imagen ha sido obtenida por la firma Space Media Network de Estocolmo (Suecia). Utilizan la imagen del SPOT (10 mts. de resolución).

diseño deberá estar inevitablemente optimizado en un punto (o como mucho en un entorno alrededor de este), habrá siempre una misión que dirija y condiciones el diseño. Por otro lado, la dinámica de las operaciones aéreas durante el ciclo de vida de un sistema, puede hacer inviable o arriesgado el diseño de un sistema especializado. Las soluciones que funcionan bien hoy no tienen por qué servir dentro de diez años. La flexibilidad se está buscando por dos caminos: Primero, dar al sistema suficiente capacidad de crecimiento y, segundo, desarrollando sensores que puedan integrarse en el sistema y permitan adaptarle a situación operativa. La capacidad de crecimiento supone sobredimensionar al principio el sistema que a su vez, puede incrementar el coste de adquisición del mismo. El desarrollo de sensores, especialmente pasivos, está resultando actualmente muy intenso, destaca el esfuerzo en sensores de ondas milimétricas,

basados en la radiación de este tipo que emiten todos los cuerpos. Un sensor combinado IR/Láser/ondas milimétricas será un arma formidable para un avión atacante. Consecuencia de esto es la necesidad de disponer de capacidad para integrar sensores en cualquier sistema de armas si queremos que esta sea una plataforma flexible.

La utilización de Inteligencia Artificial es otra de las áreas que podrán revolucionar la aviación militar en las próximas décadas. La aplicación de estas técnicas se enfocará no sólo al avión de combate sino que, con los avances en miniaturización de componentes electrónicos, a vehículos no tripulados (RPV, Remoted Piloted Vehicle). El RPV dejará de emplearse exclusivamente como plataforma de reconocimiento (su empleo actual) para convertirse en una magnífica arma ofensiva.

Otro área cuyo desarrollo es interesante es el de componentes electrónicos capaces de soportar

aceleraciones elevadas (superiores a 30.000 G's). En la actualidad se está experimentando con un proyectil de 40 mm. capaz de cambiar su curso en vuelo, al final de esta década se podrán empaquetar los componentes electrónicos en uno de 30 mm. El cañón seguirá teniendo plena vigencia en las próximas décadas y podría convertirse en un arma ideal para un avión "stealth": podrá ir montada interiormente e integrada con el Sistema y permitir una amplia utilización.

ESPACIO: ASPECTOS DE INTERES MILITAR

El Ejército del Aire ha estado alejado de cualquier actividad relacionada con la utilización del Espacio: creemos que esta situación cambiará en la próxima década. Entre los múltiples usos militares del espacio destacan tres tipos de actividades basadas en satélites en las que, de una forma u otra, el Ejército del Aire estará involucrado.

En primer lugar nos referimos a los satélites de reconocimiento. La creciente actividad europea en este área y la participación de

España pondrán a disposición de nuestra nación una gran cantidad de información que será necesario tratar. El interés mostrado por el gobierno español en participar en el proyecto franco-italiano Helios confirma esta tendencia.

Otro área de actividad será la de satélites meteorológicos. A pesar de los avances en conseguir sistema de armas "todo tiempo" la previsión meteorológica sigue teniendo gran importancia en el desarrollo de las operaciones aéreas. La capacidad de procesar datos meteorológicos de áreas de interés para la defensa nacional es ya una necesidad.

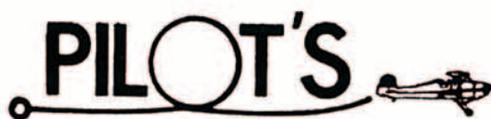
Por último queremos destacar la importancia del espacio en las áreas de comunicaciones/navegación. La entrada en servicio del conjunto NAVSTAR/GPS en aviones de combate está próxima. El avión de combate europeo, EFA, irá equipado con este dispositivo y otros, como el EF-18, podrán incorporarlo si se desea. Los sistemas de navegación vía satélite (GPS, Global Position System) serán pronto una realidad en el Ejército del Aire.

La participación de España en programas espaciales pondrá a

disposición de la Defensa Nacional una gran cantidad de datos provenientes de diversos sensores situados en satélites artificiales. El Ejército del Aire deberá responder al reto espacial que, ineludiblemente, tendrá que hacer frente en la próxima década. La falta de experiencia hace difícil una previsión: una exploración profunda de las posibilidades existentes será un paso previo para planificar el futuro.

EPILOGO

La próxima década presentará al Ejército del Aire una serie de retos tecnológicos a los que tendrá que hacer frente. La situación no será nueva pero presentará algunas circunstancias diferenciadoras que hemos tratado de describir a lo largo de estas líneas. Es un ejercicio difícil planificar el presente pensando en el futuro porque la realidad de cada día puede dificultar el análisis a largo plazo y abordar problemas con soluciones que funcionaron bien para problemas pasados pero no necesariamente eficaces para el reto que nos plantea el futuro. ■



SUMINISTROS AERONAUTICOS, S. A.

CENTRO DE ESTUDIOS AERONAUTICOS "ALEJANDRO ROSARIO"

INSTRUCCION DE VUELO INSTRUMENTAL EN SIMULADORES

Curso de vuelo básico en SIMULADOR MONOMOTOR (VOR, RMI /ADF, etc) • Curso de vuelo avanzado en SIMULADOR BIMOTOR (HSI, VOR, RMI /ADF, TRANS, etc) • Curso de navegación aérea básica • Curso de navegación aérea avanzada • Preparación para I.F.R. • Entrenamiento en vuelos I.F.R. a la demanda.

CURSOS PARA PILOTOS

Curso integrado para pilotos comerciales (O.A.C.I. 236) según el propuesto por la Organización Internacional de Aviación Civil, (adaptado a los programas E.N.A.) • Curso para la obtención del "Piloto Privado"

INFORMACION EN: SUMINISTROS AERONAUTICOS PILOT'S, S.A.

C/. Ulises, 5 - 28043-MADRID - Tels.: 200 98 13-200 99 37

Horario:
9,00-14,00
16,00-20,00