



# El Caza Táctico Avanzado

EDUARDO AVANZINI BLANCO;  
Coronel de Aviación

La capacidad "First Look - First Kill" del ATF está bien ilustrada en esta representación de combate dentro del alcance visual, con lanzamiento de un ASRAAM que está casi alcanzando su objetivo.

**E**L Caza Táctico Avanzado (ATF, por Advanced Tactical Fighter) reemplazará a los F-15 de la USAF, en la mitad de la década de los 90. Su necesidad es imperiosa a los Estados Unidos, al haberse desarrollado por la Unión Soviética una nueva generación de cazas (SU-27 Flanker y MiG-29 Fulcrum) con capacidad de detección y derribo de blancos a baja cota que, unidos a los Mainstay (Ilyushin Il-76) del SUAWACS (Soviet Union Airborne Warning And Control System), contrarrestan de manera efectiva el potencial USA de penetración en territorio enemigo. Su misión, para la que están siendo por el momento diseñados para más adelante ser construidos, consistirá en restablecer la situación anterior y, aún más, en anular todas las amenazas consideradas posibles en ese próximo período contra la supremacía de los Estados Unidos en el poder aéreo. Para ello contará con unas características que, según opinión compartida por el Departamento de Defensa y por responsables de la industria

aeroespacial americana en relación con el programa, darán como resultado un producto no ya avanzado, sino auténticamente revolucionario en comparación con otros aviones de caza a los que está previsto que sustituya.

Los criterios de diseño considerados en principio estaban dirigidos a dotar al avión con medios para contrarrestar amenazas tierra-aire, proporcionarle una superior maniobrabilidad para intercepción y combate BVR (Beyond Visual Range — Más allá del alcance visual) y WVR (Within Visual Range — Dentro del alcance visual), y a conseguir una muy alta disponibilidad operativa. Toda la tecnología del momento se puso a disposición de estos deseos. Y a medida que se fueron produciendo nuevos descubrimientos y avances, estos se trataron de incorporar al ATF en forma de criterios adicionales, algunos de ellos tan "del futuro", aún considerados en el pasado tan próximo de pocos meses atrás, como aviónica altamente integrada, alas de perfil variable que se

adaptan a las condiciones del vuelo, aplicaciones de inteligencia artificial para desarrollo de sistemas expertos del avión, pantallas a nivel visual (HUD — Head-Up Displays) y con superposición de imágenes en el visor del piloto, producción a bordo del oxígeno requerido en la misión, protección a tripulantes en ambientes contaminados radioactivos o químicos, y hasta reconocimiento de voz por los ordenadores del avión para permitir seleccionar el tipo de imagen proyectada en las pantallas, el armamento a utilizar y los modos del radar o del control de fuego, sin necesidad de tener que preocuparse por la manipulación de interruptores y switches, en momentos en que la atención tiene que estar dirigida a otro tipo de actividades, de las que mejor resulta no distraerse.

Este fenómeno de dinamicidad en cuanto a definición de requisitos se aceptó por el momento como un hecho natural, como si existiera el temor de que al impedirse la incorporación de modificaciones, el avión pudiera quedar obsoleto, sin haber

llegado siquiera a efectuar su primer vuelo y no ha sido hasta este verano, cuando se ha fijado el punto de congelación de los mismos. Se ha tenido presente que la realidad de esta época supera verdaderamente a la fantasía y que en un instante no se puede asegurar que en el siguiente, no vayan a surgir nuevos avances científicos o técnicos que influ-

ellos) es una ratificación de lo correcto de esta postura. No habían transcurrido todavía tres meses, cuando en el mes de junio se anunció por dos laboratorios, uno de la Universidad de Berkeley en California y el segundo de una firma privada en Michigan, que a nivel microscópico, se habían producido zonas estables de superconductivi-

#### CRITERIOS INICIALES DE DISEÑO

**L**os criterios de diseño que inicialmente se establecieron como objetivos a conseguir fueron cinco. Por circunstancias fortuitas o forzadas, todos comenzaban en su denominación inglesa por la letra "S" y eran los siguientes:

- Carreras cortas en despegue y aterrizaje (Short take off and landing). Menos de 2.000 pies en despegue y capaz de aterrizar en superficies mojadas de longitud inferior a 1.400 pies.
- Velocidad supersónica en crucero (Supersonic cruise). Mach 1,5 sin utilizar postcombustión.
- Furtivo (Stealth). Alrededor de un 50% de la estructura del avión construida con materiales mixtos (composites) absorbentes de radiación radar, con formas y posición de motores condicionados para lograr una reducción significativa en las firmas visual, infrarroja y radar.
- Supervivencia (Survivability). Alta velocidad, posibilidad reducida de ser observado, muy maniobrable y un sistema de control de vuelo electrónico con grandes redundancias, para permitir maniobras evasivas en interceptación y la permanencia en vuelo aún en condiciones de graves daños.
- Facilidad de apoyo (Supportability). Dirigido a un aumento en la disponibilidad operativa, el conjunto de equipos de aviónica aprovecha al máximo la tecnología VHSIC (Very High Speed Integrated Circuit), que aumenta velocidad y redundancias en un mismo circuito. Por otra parte, por diseño, se reduce en porcentajes muy elevados el número de partes de elementos complicados como los motores, significando a la vez una mayor fiabilidad por menor posibilidad de fallo y un mantenimiento más sencillo.

#### CALENDARIO DEL PROGRAMA ATF

- 28 de julio de 1986. Solicitud de propuestas, por parte de la USAF.
- 31 de octubre de 1986. Selección de dos ganadores para la fase de demostración/validación. Cada uno obtiene 691 millones de dólares, por el diseño, fabricación y pruebas en vuelo de dos prototipos de ATF. (se estima entre 400 a 800 millones de dólares, la cantidad que invertirá de su propio bolsillo cada equipo participante).
- Mediados de 1989. Primer rodaje de prototipos (YF-22 e YF-23), fuera de hangares.
- Finales de 1989/Principios de 1990. Primeros vuelos de prueba.
- Tercer trimestre de 1990. Selección ganador final y luz verde para la etapa de desarrollo. La fase de demostración/validación termina en diciembre de 1990.
- Principios de 1995. Final de la etapa de desarrollo y comienzo de la plena producción, con unos niveles máximos de 72 aviones por año, hasta el total, por ahora, de los 750 ATF necesarios para la USAF.

yan en una mejora de los objetivos a considerar. El ejemplo de la reciente sesión, el pasado mes de marzo, de la American Physical Society, donde se anunció oficialmente el descubrimiento de materiales superconductores a temperaturas moderadas aunque todavía bajo cero, con aplicación práctica en todos aquellos campos donde se investigan formas de aplicación de la energía (la energía atómica de fusión, es uno de

dad en materiales cerámicos a temperatura ambiente. Y como remache, algunos días más tarde, el Washington Post informaba que en el Massachusetts Institute of Technology se habían conseguido los mismos resultados con un material compuesto en su mayor parte por un óxido metálico.

Sin embargo, por encima de todos estos criterios de diseño, domina un concepto fundamental, convertido

en reto general a conseguir por la USAF a todos los niveles, que es el de integración. Según el General Skantze, Jefe del Air Force Systems Command, la integración debe considerarse en la función, en la misión y en los medios y esta doctrina aplicada al ATF, conduce a su filosofía de que lo principal a conseguir será un sistema integrado, compuesto por estructura, motor, aviónica, armamento y hasta piloto, considerado éste como un subsistema, que debe ser encajado como tal en el sistema de armas, una vez proporcionada la adecuada y necesaria interface hombre-máquina.

En lo que sigue trataremos de resumir lo principal de todos estos aspectos, comenzando por una síntesis del llamado proceso de adquisición con sus diversas fases.

#### Proceso de Adquisición

El concepto precursor del ATF se remonta a enero de 1973, cuando los requisitos para el desarrollo de un nuevo avión son retirados del Pentágono en consideración a limitaciones presupuestarias, a los aceptables resultados conseguidos por los A-10, F-15 y F-16 y a la no previsible disponibilidad por parte del bloque soviético de elementos para arrebatar el poder del espacio aéreo detentado desde siempre por los Estados Unidos. Sin embargo entre 1976 y 1981, en más de treinta estudios, diversas entidades del Departamento de Defensa y de empresas americanas analizan factores relativos a una nueva generación de aviones de caza, factores entre los que se incluyen estructura y organización de las fuerzas constitutivas de amenaza, misiones, requisitos de comportamiento del avión y tecnologías necesarias.

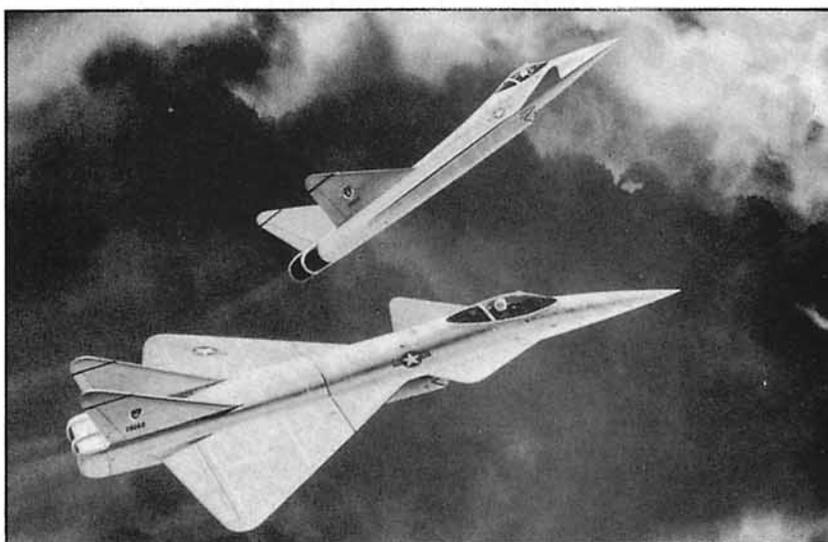
En mayo de 1981, los intentos anteriores cristalizan en una solicitud oficial a siete compañías entre las más importantes del país (Boeing, General Dynamics, Grumman, Lockheed, McDonnell Douglas, Northrop y Rockwell), a las que se pide definir las características de las posibles amenazas a considerar en lo que queda de siglo, para determinar umbrales en los parámetros de diseño de un nuevo caza. El objetivo principal que se pretende alcanzar es contrarrestar dos nuevas generaciones de cazas soviéticos. Los iniciales requisitos parecen encerrar contradicciones difíciles de superar con las tecnologías del momento. Así por ejemplo como ya hemos indicado, se hace hincapié en la necesidad de altas velocidades y maniobrabilidad, al mismo tiempo que se insiste en perseguir un alto

grado de invisibilidad electrónica e infrarroja con muy baja probabilidad de detección, en una época en que las técnicas de consecución del primero, eran incompatibles con las correspondientes al segundo.

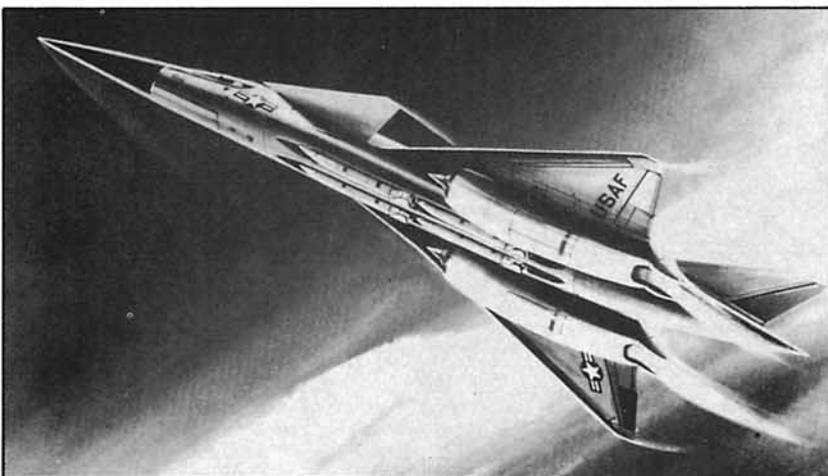
La diferencia (preocupante como es lógico para las empresas consultadas) con otras solicitudes de este tipo, es que no se había incluido ninguna cantidad a estos fines en el presupuesto del siguiente año fiscal (año 1982). Esta peculiaridad se corrige unos meses más adelante, al remitirse a la Oficina del Secretario de Defensa una petición de inclusión del programa, petición que es aprobada por el Defense Resources Board. Pese a todo, no es hasta febrero de 1983, fecha en que se publica el "Annual Report of the Congress" correspondiente al año fiscal 84, cuando aparece por primera vez una referencia oficial al proyecto. En el citado informe, Weinberger, como Secretario de Defensa, afirma que se han comenzado estudios de un Advanced Tactical Fighter, que podrían conducir a la introducción de un nuevo tipo de avión en la primera parte de los años 90.

Mientras tanto un año antes, igualmente sin el amparo de fondos provenientes de algún presupuesto oficial, se había creado un embrión de oficina para los asuntos del ATF, mediante la asignación de un gestor que dependía directamente del "Deputy for Development Planning" en la Aeronautical Systems Division (ASD) del Air Force Systems Command. Algunos meses más tarde, la oficina se amplía con un especialista en contratos y en octubre de 1983 se establece oficialmente un equipo para materializar el concepto ATF, con la misma dependencia orgánica y una fuerza de trabajo de tres personas. En octubre de 1984 dicha oficina da a conocer un plan para una estrategia de adquisición que consta de tres fases. Una primera del avión, con una parte inicial de exploración de conceptos y una posterior demostración y validación de los mismos mediante el desarrollo de prototipos, otra segunda para realizar un programa competitivo de adquisición de los motores y finalmente una tercera para el programa, también competitivo, de adquisición de las tecnologías necesarias para desarrollar los subsistemas críticos, entre los que estaba incluida, como una parte muy primordial, toda la aviónica.

Las fases segunda y tercera se recogían en el plan, con la expresa aclaración de fases separadas, lo que entre líneas quería decir que estaban siendo ya desarrolladas por



*Dos conceptos diferentes del ATF, realizados a partir de las sesiones de "Brainstorming" de la USAF en la etapa previa a la fase de demostración validación.*



*Es muy poco probable que el aspecto final del ATF sea el que muestra este dibujo de Boeing, por la disposición de sus motores alojados en góndolas, semi-incrustados bajo la estructura de las alas. Sin embargo es interesante observar el ángulo de la dirección del empuje de los motores a causa de las toberas deflectoras para proporcionar mayor capacidad de maniobra.*

## PROJECT FORECAST II

La finalidad del Proyecto FORECAST II, es investigar sobre tecnologías "punta" relacionadas con actividades militares aeroespaciales, que prometan para las próximas dos décadas, unos resultados con el mejor índice de coste-eficacia sobre el dinero invertido en su investigación y desarrollo.

La idea no es nueva. Como antecedente de este proyecto se puede citar el estudio "Toward News Horizons", realizado en 1944 bajo la dirección del profesor Theodore von Karman, en el California Institute of Technology. Dicho estudio produjo paneles, todavía clasificados, que esbozan planes para la organización de una fuerza aérea moderna y la consecución del poder aéreo.

Veinte años más tarde se produce el primer Proyecto FORECAST, bajo la responsabilidad, al igual que el actual, del Air Force Systems Command entonces al mando del General Bernard Schriever. Este proyecto condujo a tecnologías como el "Space Shuttle" y los fuselajes de mayor anchura con aplicaciones a los C-5 y a los reactores Jumbo comerciales.

En agosto de 1985 se inaugura en Crystal City el Cuartel General de FORECAST II, con dos gestores de programa, los Generales Eric B. Nelson y Charles F. Stebbins, directores de Planes y Programas y Ciencia y Tecnología del Air Force Systems Command, respectivamente. El procedimiento de trabajo son sesiones de "Brain Storming", en las que participan hasta 175 de las mejores mentes de la USAF, junto con consultores y especialistas de la industria. La principal recomendación es la necesidad de romper con una forma de pensar convencional, mirar aquello que tecnológicamente sea posible y capitalizarlo en posibles aplicaciones para producir unos sistemas de armas más efectivos para la guerra.

Se establece, analizan y valoran más de 2.000 ideas, dentro de seis áreas clave preestablecidas, y se agrupan las más prometedoras en sistemas y tecnologías, que a la vista de las sesiones de trabajo, se estiman como más rentables en cuanto a sus posibles resultados por dólar invertido en su desarrollo. Las áreas clave citadas eran las siguientes:

- 1) Propulsión y potencia.
- 2) Materiales, estructuras y vehículos.
- 3) Electrónica y óptica.
- 4) Armamento.
- 5) Información, computación y pantallas.
- 6) Adquisición de sistemas y apoyo.

El número total de sistemas seleccionados para impulsar su investigación es 31. Entre ellos, con aplicación directa al ATF, están:

- Misil aire-aire de largo alcance.
- Super cabina.
- Sistemas de presentación de imágenes.

En cuanto a tecnologías se seleccionan 39. De importancia para el ATF, podemos citar:

- Motores de ciclo combinado.
- Fotónica.
- Electrónica tolerante a fallos.
- Revestimientos inteligentes.
- Materiales a altas temperaturas.
- Estructuras ultraligeras para aviación.
- Tecnologías STOL/STOVL/VSTOL.
- Tecnología avanzada de fabricación.
- Pruebas embebidas en elementos inteligentes.
- Sistemas basados en el conocimiento.
- Interacciones virtuales hombre-máquina.
- Procesos distribuidos de información.
- Superproductividad y supercalidad del software.
- Óptica no lineal.
- Ordenadores militares de bajo costo y alta velocidad.

La USAF ha estructurado recientemente su estrategia de inversiones en Investigación y desarrollo e intenta aplicar el 10% de su presupuesto en Ciencia y Tecnología a iniciativas del Proyecto Forecast II, incrementando en un 10% anual este porcentaje, hasta llegar en el año fiscal de 1993 a un 50% de su total presupuesto para el concepto indicado anteriormente.

La industria por su parte ha comenzado a investigar con entusiasmo tecnologías relativas al Proyecto. Veinticuatro compañías, entre las más importantes del sector han recibido presentaciones y han destinado en conjunto, más de dos mil millones de dólares para el año 1987. Las inversiones más fuertes han correspondido a investigaciones en aviones de carreras cortas de aterrizaje y despegue en hipervelocidad. En segundo lugar aparecen las tres tecnologías y sistemas que parecen ser las más prometedoras de explorar, como son fotónica, para utilizar luz en lugar de electrones en sensores y ordenadores, super cabina o cabina avanzada y gestión avanzada de batalla.

otras oficinas, afortunadamente también dependientes o con muy estrechas relaciones con la ASD. Por ello no es de extrañar que más de un año antes de la publicación del plan, en septiembre de 1983, se había adjudicado el concurso para la adquisición de motores en su etapa de validación/demostración mediante la construcción de prototipos. Las dos empresas elegidas fueron General Electric y Pratt & Whitney y el único derrotado Detroit Diesel Allison, que se retiró por encontrar problemas técnicos insuperables para el desarrollo de un motor avanzado. El contrato conseguido por cada ganador ascendía a 203 millones de dólares. A cambio, se deberían proporcionar en un periodo de 50 meses, contados a partir de la fecha de adjudicación, un motor con 32.000 libras de empuje, cantidad estimada necesaria, para proporcionar al ATF velocidades de crucero supersónicas en régimen permanente. Con objeto de lograr mejoras sustanciales en fiabilidad y mantenibilidad, el motor debería tener entre un 40 a un 60% menos de piezas y necesitar un 60% menos de herramientas especializadas.

Terminada la parte correspondiente a exploración de conceptos de la primera de las fases del plan de adquisición, las conclusiones obtenidas se resumen en un conjunto de especificaciones para un nuevo caza de superioridad aérea, capaz de efectuar operaciones profundas de contraataque ofensivo en el espacio aéreo enemigo y contrarrestar los actuales y futuros cazas soviéticos. Para ello debe poder anticiparse en detección y derribo (first-look, first-kill capability) y ser letal, muy duradero y capaz de sobrevivir a ambientes hostiles de gran amenaza, por medio de una combinación de cualidades como velocidad supersónica en vuelo a gran altura, muy buenas condiciones de maniobrabilidad y robustez en régimen supersónico, difícil de detectar y ser observado y con sistemas defensivos integrados. Se definen también cualidades adicionales para conseguir un apoyo logístico muy simple, que le permitan un elevado porcentaje de salidas.

En octubre de 1985, la USAF solicita de las mismas compañías a las que se había dirigido en mayo de 1981, que elaboren propuestas para una fase de demostración/validación. Su intención era establecer hasta cuatro contratos por 100 millones de dólares, para desarrollar dicha fase durante un periodo de 32 meses, seleccionar un ganador en 1989 y conseguir un prototipo de ATF capaz de realizar su primer vuelo de prueba en 1991. A princi-

prios del año 1986 decide modificar la estrategia de adquisición del programa, haciendo caso a las conclusiones obtenidas por la Blue Ribbon Commission on Defense Management (conocida también como Packard Commission por su presidente David Packard y famosa por sus hallazgos de martillos que habían costado al contribuyente 400 dóla-

los ganadores, con los que se firmarán contratos por 691 millones de dólares y que durante la fase demostración/validación construirán los prototipos requeridos por el programa.

Como criterio para la selección, ha pesado más la experiencia aprobada en tecnologías consideradas fundamentales al programa, que los

ha sido la modificación de 270 F-16A en servicio en el Tactical Air Command y su transformación en F-16C, por un valor de 633 millones de dólares, pese a que ese avión, el F-20, con un comportamiento similar, es un modelo en cuanto a fiabilidad y mantenibilidad sobre otros cazas del momento. Northrop ha conseguido también el puesto de



Uno de los dibujos de Lockheed sobre el ATF. Con más de un año de antigüedad desde su aparición, la empresa no ha dado a conocer otros diseños que modifiquen este aspecto, ya sea por no existir realmente variaciones, o por la reserva con la que se tratan los prototipos.

res), en particular la que recomendaba incluir, previamente al desarrollo completo del sistema, una fase de construcción de prototipos para pruebas ante el Departamento de Defensa y establece un concurso para un prototipo de ATF en la misma línea con la que se había realizado el concurso para los motores. En octubre, durante un simposium de la Air Force Association en Los Angeles, el Subsecretario del Aire Mr. Edward Aldridge, anuncia

proyectos en sí presentados al concurso, todos ellos de primera línea. Uno de los ganadores es Northrop que se consuela con ello del desastre sufrido por su F-20 Tigershark, cuya última esperanza de entrar en producción se desvanece también en ese simposium. Aldridge comunica en la misma conferencia el resultado del concurso ADF (Air Defense Fighter), para sustituir la flota de F-4 y F-106 en 11 Escuadrones de la Guardia Nacional. La opción elegida

contratista principal en el Advanced Technological Bomber, lo que le coloca en cabeza de las compañías con más experiencia en técnicas "stealth". El otro ganador, Lockheed, posee también una gran experiencia en aviones "stealth", con su desarrollo del avión furtivo (casi más que por sus características de no detectabilidad, por su secreto tan celosamente guardado por la USAF) YF-19, supuestamente operando en la base de Nellis en Nevada y objeto

de un artículo en esta revista, el pasado mes de Junio.

Consecuencia inmediata del resultado, es el reagrupamiento de compañías, con subcontratos de colaboración con las ganadoras, en una política apoyada por la USAF, para participar como segundos en el programa. De esta forma Northrop va a utilizar los servicios de McDonnell Douglas y Lockheed los de Boeing y General Dynamics. Los que se quedan fuera son Rockwell, que bastante tiene con los problemas de su B-1B, duramente criticado por la prensa y el Congreso, pero defendido con igual fiereza por la USAF, y Grumman, que ya se ha llevado su parte en el Advanced Tactical Aircraft de la US Navy y está muy ocupada con sus investigaciones del X-29A y su revolucionaria aplicación del ya utilizado concepto de ala con flecha progresiva.

El objetivo es que cada equipo construya dos prototipos (YF-22A e YF-23A, los de Lockheed y Northrop respectivamente), en un periodo de 50 meses, uno con motor Pratt & Whitney y otro con General Electric, para evaluación de los cuatro por USAF, a finales de 1989 o principios de 1990. Esta debe seleccionar al que más se aproxime a sus requisitos, en una decisión que espera poder tener realizada a tiempo para que en la fase siguiente de plena producción, las pruebas en vuelo del primer avión de serie comiencen en 1993. El equipo ganador recibirá contratos para fabricar, a un precio que no debe ser rebasado de 35 millones de dólares por avión (dólares de 1985), unas 750 unidades en la siguiente fase, a un ritmo considerado óptimo con criterios económicos, de unas 72 unidades anuales durante un periodo que llegará por lo menos hasta el año 2006. Un escuadrón operativo de 24 aviones, está previsto para 1995.

Ambos equipos suponen, en esta fase de demostración/validación, unas inversiones que casi duplicarán las cantidades a recibir por contrato. Sin embargo han aceptado el riesgo de que su prototipo no sea el elegido, con la consiguiente pérdida de unos 300 a 500 millones de dólares, sin recibir compensación alguna. La justificación de esta aparente locura es una mezcla de consideraciones de competencia y beneficio. Ambos grupos piensan que el perdedor quedará rezagado sobre su adversario en una nueva etapa de la aviación que se inicia con el siglo, y ambos consideran también la posibilidad de construir unidades adicionales, como por ejemplo otras 544 aviones para la US Navy en sustitución de los F-14

Tomcats, si son ciertos los rumores que sobre ello han aparecido en la prensa especializada.

### Estructura y propulsión

El aspecto del ATF, a juzgar por los dibujos que aparecen en revistas especializadas, en base a la escasa información que las compañías constructoras proporcionan, es de líneas aerodinámicas limpias, sin que se manifiesten pods, góndolas u otro tipo de receptáculos. Hasta los misiles parecen estar embebidos dentro

Alrededor de un 50% del fuselaje, estará compuesto (por ahora) de materiales mixtos (composites), con plásticos termoestables sobre una base de fibra de grafito, con objeto de reducir la capacidad de reflexión radar y de disminuir el peso del avión, que no debe sobrepasar las 50.000 libras, aumentando su indetectabilidad y su maniobrabilidad. Este condicionante en el peso incide desfavorablemente sobre el coste fijado por unidad, habiendo sido preciso, para que se verifiquen ambos criterios, modificar algunas características, tales como aumentar en

### NUEVO CONCEPTO DE CABINA

**E**n su esfuerzo por conseguir adecuadas interfaces piloto-ATF, la USAF ha especificado tres fases para un proyecto de super cabina, que se está desarrollando bajo la dirección de la División de Medicina Aeronáutica del Armstrong Aerospace Medical Research Laboratory en Wright-Patterson AFB.

Según este proyecto, con una duración total de 9 años y un coste de 120 millones de dólares, en la primera fase se trataría de sustituir los HUD por HMU (Helmet Mounted Unit) o pantallas de imágenes superpuestas en el visor del casco, con entradas de los sensores del estado del avión, navegación, aviso de amenazas, comunicaciones, "data link" y JTIDS. Esta HMU podría ser utilizada a su vez como sensor, para proporcionar entradas a sistemas del avión, tales como dirección de puntería, respuesta a amenazas electrónicas y otras aplicaciones. Se espera que los resultados de esta fase puedan ser incluidos en los prototipos del ATF, en 1990.

La segunda fase, cuyo total desarrollo se espera esté finalizado en 1992, añadiría una base de datos del terreno al resto de las entradas, así como un sintetizador de voz, un generador de sonidos y un controlador para la comunicación por palabras.

Finalmente en la tercera fase se incorporaría un sistema monitor del estado del piloto.

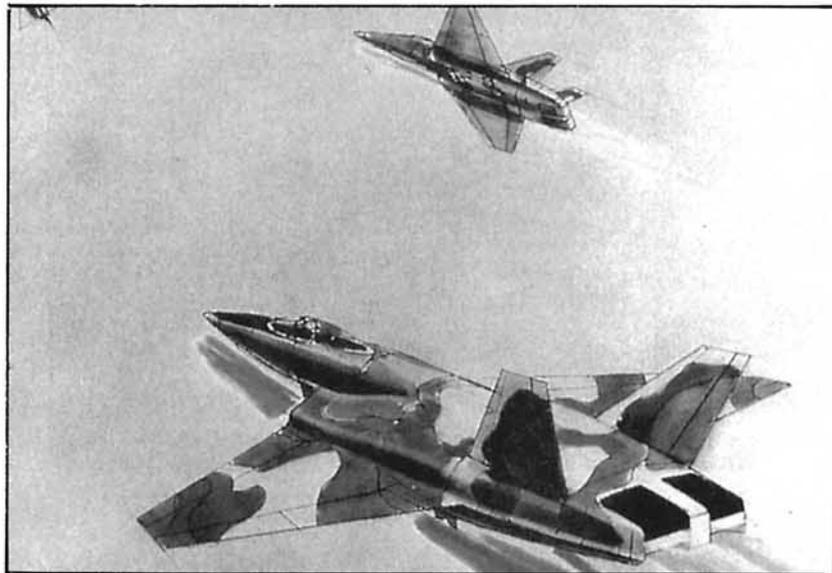
### ARMAMENTO

**N**o se están estudiando sistemas de armas con aplicación específica en el ATF. Ello hace prever que el armamento de este avión será similar al utilizado ahora y en el futuro por los cazas actuales. Se supone que estará provisto de un cañón montado en su interior y con toda seguridad de misiles AMRAAM (Advanced Medium Range Air to Air Missil) y ASRAAM (Advanced Short Range Air to Air Missil). Debido a requisitos de no detectabilidad, la totalidad de su armamento será inferior que el instalado en el F-15. Este hecho se compensará con sus cualidades de maniobrabilidad, dificultad de ser detectado y sus sistemas avanzados de adquisición de blancos, que proporcionarán al caza sus características de ser primero en observar y derribar (first look/first kill) y de derribo múltiple (multiple-kill).

de la estructura del avión, siguiendo el concepto de "piel inteligente" del proyecto Forecast II del General Skantze, que describe el revestimiento exterior de los futuros aviones de combate como un soporte para almacenar pequeños "chips" y elementos electrónicos "phased array". Con ellos se constituyen los diversos sensores para detectar, en un amplio abanico de direcciones, las señales de diferentes características que después serán transmitidas a los ordenadores de a bordo para su proceso. En casi todos los diseños se observan doble estabilizador vertical, ala en delta y canards.

un 20% el radio de giro en combate, y disminuir el máximo valor del número "g" en 0.5.

Sin embargo, no es aventurado suponer que los trabajos de investigación para conseguir nuevos materiales aeronáuticos, impulsados por la fiebre que genera la denominación "avanzado" y la circunstancia de que esta rama figura entre las tecnologías que a través del ya citado proyecto Forecast II, son consideradas como rentables, darán como resultado espectaculares avances y que hacia 1995 se podrán conseguir, con el uso de compuestos moleculares polimerizados sobre



Unico dibujo conocido de una versión Northrop. Con posterioridad, la empresa se ha negado a facilitar nuevo material gráfico, basándose en las continuas variaciones que experimenta el diseño.

una base metálica, aumentos notables de resistencia y disminuciones de peso en estructuras de hasta un 50%, mejorando las cifras actuales que rondan el 20%.

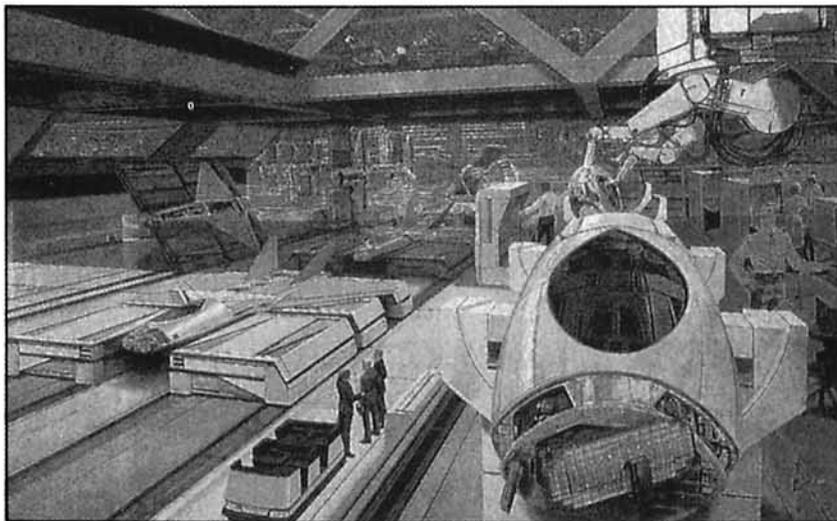
Una de las realidades conseguidas con este tipo de materiales es la nueva idea de ala adaptable a la misión, en la que desaparecen todas las superficies articuladas para control de sustentación, como flaps de borde de ataque y salida, alerones, aletas, etc. Por lo menos dos de los cuatro prototipos, los construidos por el equipo encabezado por Lockheed, van a incorporar este nuevo concepto denominado MAW (Mission Adaptative Wing). El comportamiento de este ala, diseñada por Boeing, está siendo ensayado en un F-111. El primer vuelo, en octubre de 1985, en el NASA's Dryden Flight Research Facility de Edwards Air Force Base, utilizando controles manuales, fue un éxito. A lo largo de este año se están realizando pruebas con sistemas de control automáticos y los resultados se tendrán en cuenta, tanto en las modificaciones de ala, como en la consecución de un sistema de control de vuelo del avión, bajo un contrato de 24 millones de dólares.

En este tipo de ala las superficies de control convencionales desaparecen, siendo sustituidas por bordes de ataque y de salida flexibles que toman formas variables por la acción de actuadores hidráulicos, con objeto de alterar su curvatura y conseguir óptimos resultados de actuación en cualquier fase del vuelo, tanto si se desarrolla en régimen subsónico, como transónico o supersónico. Dichas alteraciones en la forma, se consiguen desde el encastrado del ala hasta la punta y como hemos dicho, desde el borde de ataque hasta el de salida.

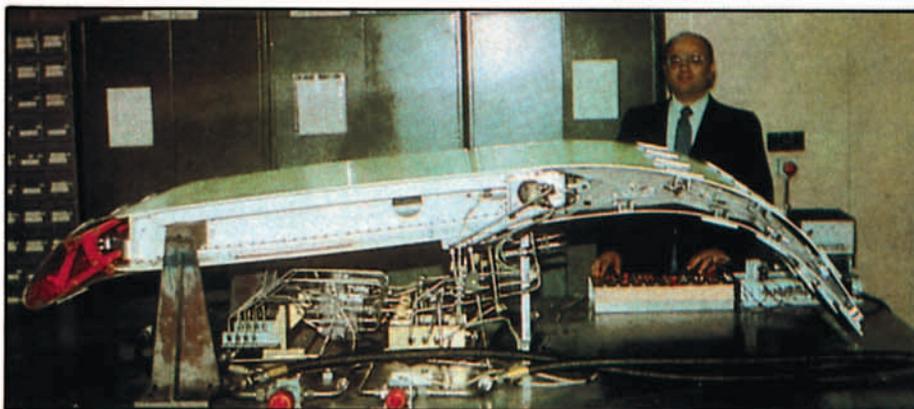
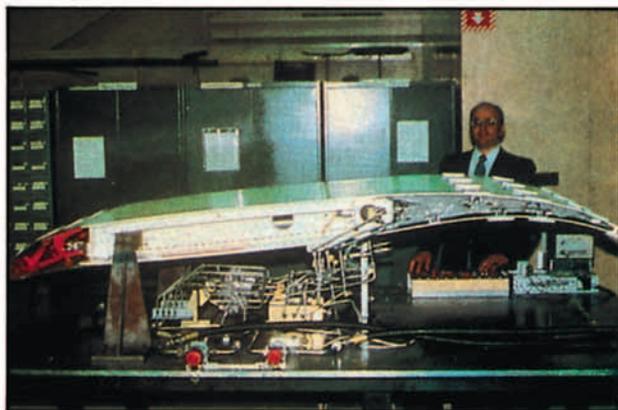
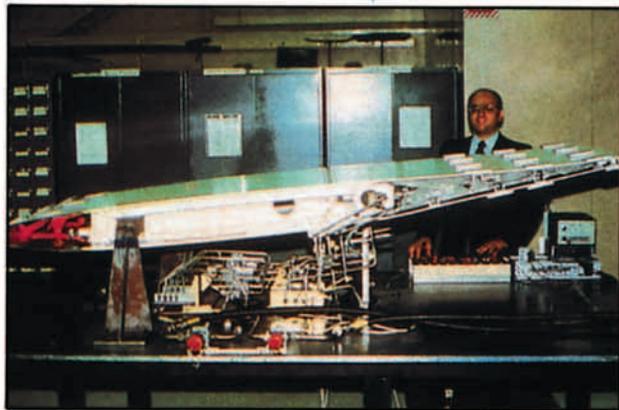
Las suaves transiciones del perfil permitirán, según estimaciones del fabricante, mejorar entre un 25 a un 30% la capacidad de realizar maniobras evasivas cerradas durante el combate. Al mismo tiempo cuando los sensores de a bordo en razón de valores elevados del número "g", detecten en las alas esfuerzos



Versión Rockwell del ATF que no llegó a ser seleccionada. Una de las pocas en cuyo diseño quedan eliminados los "canard".



Para reducir los costes de producción con objeto de mantener el precio de 35 millones de dólares por unidad, la fabricación sería automatizada al máximo, utilizando robots, procesos sin papel (planes, diseño, descripción de procedimientos, etc... en ordenador) y herramientas totalmente intercambiables.



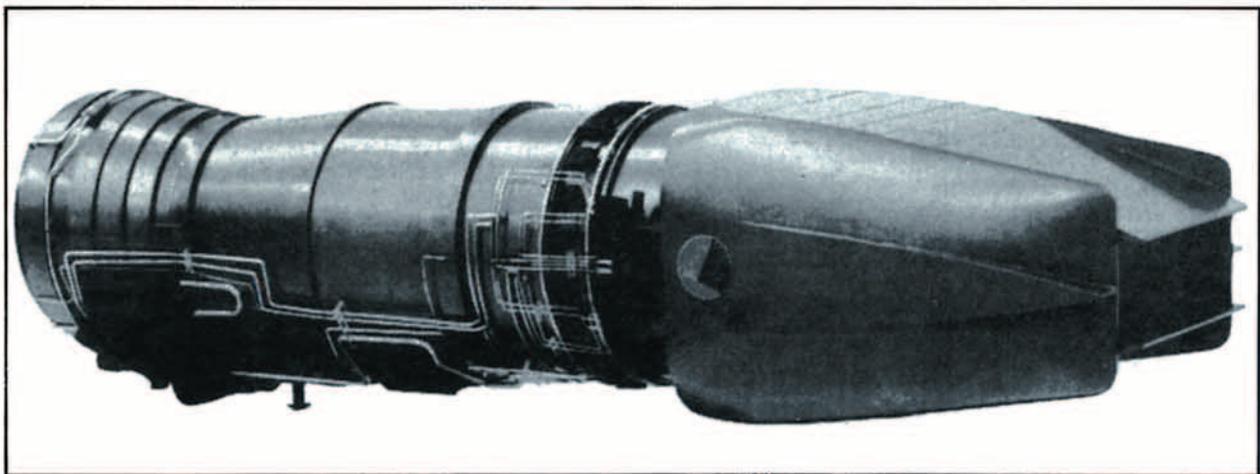
Tres aspectos diferentes del ala de perfil variable en banco de pruebas. **Arriba, a la izquierda,** perfil totalmente extendido para vuelo a alta velocidad. **Arriba,** flexión parcial para maniobra. **En la izquierda,** máxima curvatura del perfil en aproximación y aterrizaje.

de fatiga que alcancen límites preestablecidos permisibles, se producirán automáticamente cambios de forma en los perfiles para conseguir mejores distribuciones de carga, con incremento de la relación sustentación/resistencia y aumentando la vida del material. Pruebas en túneles aerodinámicos muestran una disminución de resistencia a velocidades de crucero del 6 al 7%. Como beneficios adicionales se esperan conseguir mejoras notables de auto-

nomía y carga útil, mayor maniobrabilidad por la posibilidad de cambiar la sustentación sin modificar el ángulo de ataque y buena calidad y estabilidad en el vuelo con la modificación desde cabina de la distribución de cargas del ala.

Otro ejemplo de utilización de nuevos materiales (aunque algunos ya se han probado en motores de reciente factura), lo constituye su empleo para mejorar las características del motor. Con aleaciones de

titanio y aluminio en el compresor, superaleaciones "single-crystal" en turbina, y materiales cerámicos compuestos de base metálica refractaria en partes no estructurales, se conseguirán importantes reducciones en el peso, y en el coste (los materiales de este tipo tienen el potencial de incrementar los niveles de automatismo en la producción, con el consiguiente abaratamiento de precios). Al mismo tiempo, se podrán alcanzar temperaturas de entrada



Modelo de Pratt & Whitney F119-PW5000. Tanto este como el F120-GE 37 de la General Electric tendrán un número de piezas apreciablemente menor que los modelos actuales, como puede apreciarse por la sencillez de sus líneas.

de turbina más elevadas, entre 3.500 a 4.000 F. con las correspondientes mejoras en su actuación.

Aunque los motores en su diseño, entran dentro de materiales altamente clasificados y por consiguiente sus características se mantienen en riguroso secreto, pueden deducirse, basándose en los requisitos fijados para el avión y en la evolución tecnológica, unos parámetros generales de comportamiento que no creemos que se separen demasiado de los resultados que van a ser conseguidos. Como ya hemos indicado son dos las empresas que están construyendo los prototipos, General Electric con su GE37 y Pratt & Whitney con su PW5000, uno de los cuales será el elegido para la fase siguiente de producción. Ambos deben como mínimo cumplir las condiciones fijadas por la USAF, tales como conseguir gran facilidad de apoyo reduciendo el número de piezas y simplificando las herramientas utilizadas en el mantenimiento (se piensa conseguir una disponibilidad tres veces superior a la de los motores de los F-15 y F-16), obtener empujes de 25.000-32.000 lbs, llegar a relaciones de empuje/peso de 10:1 (en algunos trabajos aparece la cifra 12:1), que permitan al ATF alcanzar velocidades supersónicas sin postquemador, y finalmente disponer de toberas orientables para modificar y hasta invertir la dirección del vector de empuje, con objeto de permitir maniobras de combate con ángulos de ataque por encima de la pérdida, giros muy ceñidos aunque se estén disparando misiles y de mejorar su capacidad STOL.

Otros avances técnicos del sistema de propulsión lo constituyen un control digital electrónico total sin retornos hidromecánicos, para optimizar el rendimiento del combustible, un diseño avanzado de cámaras de combustión, reducido número de escalones del compresor y turbina para disminución de peso e incorporación de tecnologías de ciclo de combustión variable, permitiendo el funcionamiento del motor como un turborreactor en vuelo supersónico y como un reactor de moderado doble flujo en vuelo subsónico.

### Aviónica

Según el General Skantze, se conoce perfectamente como conseguir los niveles requeridos de maniobrabilidad e indetectabilidad fijados como requisitos de diseño, pero la tarea más difícil y lo que marcará la verdadera diferencia del ATF con los demás cazas avanzados es su aviónica y más específicamente su grado



*En estas dos versiones de super cabina, la información de múltiples sensores se fusiona en pantallas diseñadas específicamente para proporcionar al piloto una rápida toma de conciencia de la situación.*

de integración. La selección de tecnologías, su agrupación en arquitecturas, los esfuerzos por integrar los productos en desarrollo y la asignación de objetivos de producción a los diversos contratistas implicados, todo ello forma parte de la tercera de las fases de adquisición, de las cuales ya hemos descrito con cierto detenimiento las dos primeras. La necesidad de examinar los requerimientos de los diversos sistemas del avión (control de vuelo, armamento, comunicaciones y guerra electrónica), y determinar donde existen oportunidades para soluciones comunes de aviónica sin que ello afecte a los rendimientos individuales de los mismos, es labor prioritaria del "Joint Integrated Avionics Working Group", que depende directamente del Subsecretario de Defensa para Adquisiciones, Mr. Richard Godwin.

A través de este grupo se llegó a la conclusión de la necesidad de definir una arquitectura, que estableciera unos estándares para los diversos sistemas y normalizara la relación entre los mismos. Esta arquitectura se conoce con el nombre de Pave Pillar, habiéndose conseguido que sistemas con posibilidad de aplicación en el ATF, como el INEWS (Integrated Electronics Warfare Systems) y el ICNIA (Integrated Communications, Navigation and Identification Avionics), que estaban siendo desarrollados en programas independientes, cumplan los estándares mencionados. La nueva arquitectura se construye fundamentalmente con VHSI (Very High Speed Integrated Circuits) y con buses multiplexados (es decir, que permiten combinar varias señales y efectuar su transmisión simultánea a través de un canal compartido) de fibra óptica a 50 MHz.

El líneas generales, de acuerdo con la misma, existen tres niveles de hardware. El primero está constituido por los diversos circuitos VHSIC, entre los que figuran unidades aritméticas, unidades de control de propósito general, memorias estáticas, multiplicadores, unidades aritméticas rápidas, interfaces, puertas matriciales de conexión, etc. Todos ellos tienen en común su tecnología, por la que sobre una base de galio y arsénico, se embeben a nivel molecular elementos de circuitos electrónicos que constituyen unida-

des de proceso PE (Processing Elements), ordenadas en forma de matriz y conectadas con alta redundancia. El resultado es un chip, de tamaño mucho más reducido que sus predecesores y con una gran velocidad a causa del grado de paralelismo que puede ser conseguido en el proceso (Se considera posible producir, hacia 1992, chips con un millón de elementos PE, con un alto grado de paralelismo en su arquitectura, efectuando mil millones de instrucciones por segundo para aplicaciones de visión y de reconocimiento de voz por ordenadores). El chip incluye elementos BIT (Built-In-Test) de autocomprobación, con la capacidad de verificar su estado

aviónica, que pertenecen al tercer nivel de la arquitectura. En este nivel los subsistemas se agrupan en tres sistemas, el MMS (Mission Management System) o sistema de gestión de misiones, el SMS (Sensor Management System) o sistema de gestión de sensores y el VMS (Vehicle Management System) o sistema de gestión del vehículo.

Entre los subsistemas que integran el MMS se encuentran dos ya citados, el INEWS y el ICNIA, y otros como los de control de fuego, gestión de bodegas de munición y bombas, y un sistema de seguimiento de terreno con posibilidad, por medio de bases de datos en la que se han introducido representa

miento por infrarrojos de fuentes de calor. Dos empresas compiten en este campo, una es General Electric para el prototipo ATF de Lockheed, el YF-22A, y la otra es Martin-Marietta con el YF-23A de Northrop. Martin-Marietta también contribuirá con su sistema LANTIRN (Low Altitude Navigation and Targeting Infra-Red for Night), una combinación de radar, láser y equipos FLIR (Forward-Looking Infra-Red) para ayuda del piloto en misiones de ataque nocturno o en condiciones de mala visibilidad y a baja cota.

Finalmente, el VMS con sus procesadores independientes para que no se produzcan fallos a consecuencia de averías en otros sistemas, incluye los controles del piloto y de cabina, el sistema de control de vuelo, el de control de propulsión y de energía eléctrica. Los diversos sistemas de control son del tipo fly-by-wire, con transmisión de señales electrónicas digitales, en lugar de diferencias de presión hidráulica. Las conversiones analógico/digitales e inversas se efectúan en terminales comunes URT (Universal Remote Terminal) y un ordenador central de a bordo, adjudicado a Texas Instruments y fundamentalmente compuesto por los ya citados procesadores MIL-STD-1750 A, con las redundancias precisas para asegurar su función, controla el flujo de información a través de los buses de fibra óptica mencionados, entre los diferentes subsistemas que hemos tratado de describir.

#### PILOT'S ASSOCIATE. UNA APLICACION DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL AL ATF

La Inteligencia Artificial (AI - Artificial Intelligence) es otra tecnología punta que se está utilizando por el Departamento de Defensa y su Defense Advanced Research Project Agency (DARPA). Una de sus ideas, consistente en una especie de copiloto electrónico que llaman "Pilot's Associate", ha sido incluido como un sistema a desarrollar en su "Strategic Computing Program". Su objetivo es demostrar y evaluar los beneficios potenciales de la AI como ayuda a mejorar la efectividad de diversas misiones en los futuros aviones avanzados. El "Pilot's Associate" se prevé como un conjunto de sistemas integrados de la aeronave que utilizando sistemas expertos, sistemas voz de entradas y salidas de información y procesadores paralelos, ayudarían al piloto en las decisiones que debe tomar en escasos segundos, basadas además en las ingentes cantidades disponibles de información y en condiciones de intenso esfuerzo y tensión por el combate.

Los criterios que se están teniendo en cuenta para desarrollar este sistema son los siguientes:

- El piloto tiene la última palabra en el control de la misión.
- El Pilot's Associate siempre responde en tiempo real (Condiciones reales del momento de consulta).
- El Pilot's Associate puede y debe manejar información imperfecta, completándola.
- Finalmente, el Pilot's Associate puede explicar la razón de sus acciones.

El conjunto como tal requerirá el empleo de diversos sistemas expertos cooperando entre sí, que funcionarán a muy alta velocidad y en dominios con zonas de intersección comunes. Las altas velocidades de proceso se conseguirán con módulos VHSIC, arquitecturas de proceso paralelo y programación avanzada simbólica.

de salud y de redireccionar el flujo de electrones entre las unidades de proceso "sanas", de forma que sus características de funcionamiento persistan aún cuando contenga elementos averiados.

El segundo nivel del Pave Pillar lo constituye la familia de módulos comunes, formada por combinaciones de elementos del nivel anterior. Existe un reducido número de módulos diferentes, entre ellos procesadores de datos MIL-STD-1750A, procesadores de señales de sensores múltiples, memorias masivas, interfaces con señales analógicas, interfaces con multiplexores, memorias no volátiles, etc. Estos módulos, combinados de forma precisa, darán lugar a los diversos subsistemas de

ciones digitales del mismo, no sólo para evitar obstáculos en elevación, sino para soslayarlos con virajes en la dirección en que se detecte una apertura. Finalmente un BIT (como antes dijimos, Built-In-Test), para comprobación del estado de todos los equipos de aviónica.

El SMS comprende los procesadores de las diversas señales, equipos para criptar y descriptar datos de comunicaciones, interfaces y terminales Clase II del JTIDS (Joint Tactical Information and Distribution System), el radar multimodo URR (Ultra-Reliable Radar) en desarrollo por Westinghouse, y los sistemas IRS & T (Infra Red Search Track) y EOSS (Electro-Optical Sensor System) para detección pasiva y segui-

#### Conclusión

De todo lo anterior se desprende que el ATF representa, para el Departamento de Defensa en general y para la USAF en particular, una ruptura en el concepto clásico de sistema de armas y una novedad en su gestión. No es de extrañar que el programa se siga muy de cerca, poniendo especial énfasis en la consecución de sus objetivos, ya sean de calendario, coste o de parámetros de comportamiento. Los resultados servirán como prueba de la bondad de los procedimientos de gestión, de la adecuación de las tecnologías utilizadas en relación con el fin perseguido y de la correcta aplicación de teorías científicas que abarcan desde nuevos modelos de comportamiento aerodinámico, hasta principios de inteligencia artificial para la construcción de sistemas expertos. Es opinión de muchos que todas las pruebas serán un éxito. Y como anticipa el actual gestor del programa, Col. James A. Fain, "Es un avión que estará con la USAF durante mucho tiempo". ■