



# AERO NAUTICA

Revista de

## Y ASTRONAUTICA

NUM. 615 AGOSTO-SEPTIEMBRE 1992

**Desclasificación de  
la información OVNI**

**El mantenimiento,  
factor clave**

**dossier:  
SISTEMAS DE NAVEGACION  
DEL FUTURO**

## Sistemas de Navegación del futuro

**E**n estos tiempos nadie es ajeno al vertiginoso avance de la aviación en todos sus campos de actividad, hecho que ha supuesto un verdadero esfuerzo de adaptación y puesta al día por parte de las organizaciones internacionales que de ello se ocupan, llegando incluso en determinadas ocasiones a hacer verdaderos esfuerzos de imaginación, tratando de adelantarse a los acontecimientos técnicos y modos de actuar del presente para tratar de estudiar, planificar y establecer nuevos sistemas que, en un futuro, hagan más seguros y fiables aspectos como pueda ser el de la navegación aérea, de tanta trascendencia para la seguridad del transporte aéreo internacional.

Es por ello que la OACI, organismo técnico especializado de las Naciones Unidas, que tiene como objetivo el de desarrollar los principios técnicos de la navegación aérea internacional y fomentar la organización y desarrollo del transporte aéreo mundial acordó por unanimidad en 1983 establecer los campos de trabajo para un ambicioso proyecto al que se denominaría Sistema de Navegación Aérea del Futuro, conocido internacionalmente por las siglas FANS (Future Air Navigation System).

Representantes de veintidós países así como de diez organizaciones internacionales no gubernamentales se dieron cita en la primera reunión del Comité FANS en julio de 1984, iniciando un plan de trabajo perfectamente planificado que concluyó en 1989 con la cuarta y última reunión de esta denominada I Fase, donde se expuso como premisa fundamental el convencimiento de que la utilización de satélites a escala mundial constituirá la única salida viable para superar las deficiencias del actual sistema de navegación aérea y satisfacer las necesidades y requisitos de un futuro previsible, especificándose, por otra parte, que los sistemas de telecomunicaciones, navegación y vigilancia serán la clave del progreso en todo el mundo.

Revista de Aeronáutica y Astronáutica, atenta siempre hacia todos aquellos aspectos nuevos y de interés que puedan suponer un enriquecimiento profesional para los miembros del Ejército del Aire, y que ya en el número correspondiente a octubre del pasado año adelantaba el tema a sus lectores con el artículo "GPS: el sistema de Navegación del futuro", ha querido traer ahora a dos verdaderos expertos en el tema, quienes se han repartido el trabajo de la siguiente manera:

- "El Comité FANS". Por Luis Mesón, coronel de Aviación y ex-representante de España en el Consejo de la OACI.
- "El Servicio Móvil Aeronáutico por Satélite (SMAS)". Por David Díez Fernández, Miembro del Comité FANS.
- "Navegación por Satélite". Por Luis Mesón.
- "La Vigilancia Dependiente Automática (ADS)". Por David Díez Fernández.

Hasta aquí lo que ha supuesto para la aviación civil y militar el desarrollo de un sistema armónico de comunicaciones, navegación y vigilancia. Los aspectos institucionales de la implantación del sistema a escala mundial ya ha sido objeto de atención por parte de la Asamblea General de la OACI, quien en el 27 periodo de sesiones ha dado un mandato para el FANS con el fin de que inicie una II Fase, cuyas conclusiones y trabajos más destacados esperamos poder ofrecer a nuestros lectores en un futuro dossier que complete de esta manera aspectos tan fundamentales y decisivos para la navegación aérea del siglo XXI.

# La Vigilancia Dependiente Automática (ADS)

DAVID DIEZ FERNANDEZ  
Miembro del Comité FANS

## INTRODUCCION

Una aeronave despegua de su aeropuerto de origen. En su ascenso a nivel de crucero atraviesa las trayectorias de otras que sobrevuelan la zona a casi mil kilómetros por hora. Simultáneamente, y a través de aquellas otras, tres aeronaves más descienden.

Todo esto no sería posible, sin correr un alto riesgo de colisión, si no existiese el Control de Tránsito Aéreo (ATC), que observando la posición de todas las aeronaves bajo su responsabilidad diera a éstas las instrucciones necesarias al objeto de garantizar la seguridad, fluidez y eficiencia de las operaciones de tránsito aéreo.

El sistema más conocido por todos, que permite al controlador de tránsito aéreo visualizar la posición de las aeronaves bajo su responsabilidad, es el sis-

tema *radar*. El radar genera una señal electromagnética que es lanzada al espacio por una antena direccional giratoria, choca con la aeronave que encuentra a su paso, y regresa de vuelta a la mencionada antena. Al medirse el tiempo que tarda la señal en ir y venir, y el ángulo de la antena con respecto al norte geográfico, se determina la posición de la aeronave con una gran precisión. El llamado Radar Secundario o SSR permite a la aeronave incluir en la señal reflejada información en cuanto a su altura, determinada por su altímetro barométrico de a bordo, y una clave de identificación propia, que permita distinguirla del resto de las demás.

El RADAR, herramienta utilísima que permite al controlador de tránsito aéreo visualizar las aeronaves, sin embargo, no puede ser instalado en áreas oceánicas, e incluso en las continentales tiene importantes limitaciones. Por ser un sistema de propa-



Fig. 1

### TRANSMISIONES EN LINEA DE VISION (EFECTO DE OBSTACULOS)



Fig. 2. La orografía del terreno puede dar lugar a zona ciega donde la aeronave no puede ser detectada.

### TRANSMISION EN LINEA DE VISION (EFECTO CURVATURA TERRESTRE)

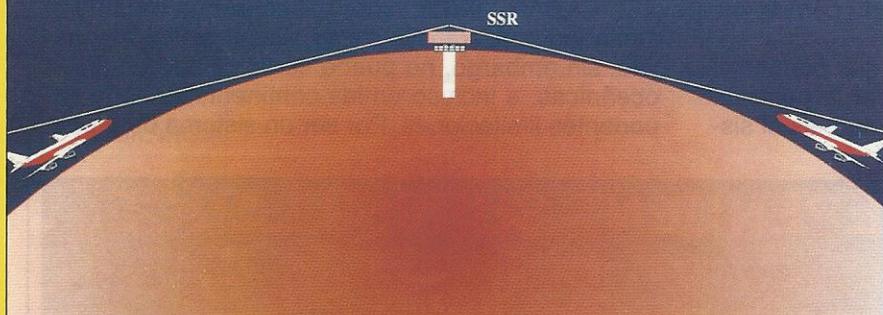


Fig. 3. La curvatura de la tierra limita el alcance del radar al quedar las aeronaves por debajo del horizonte.

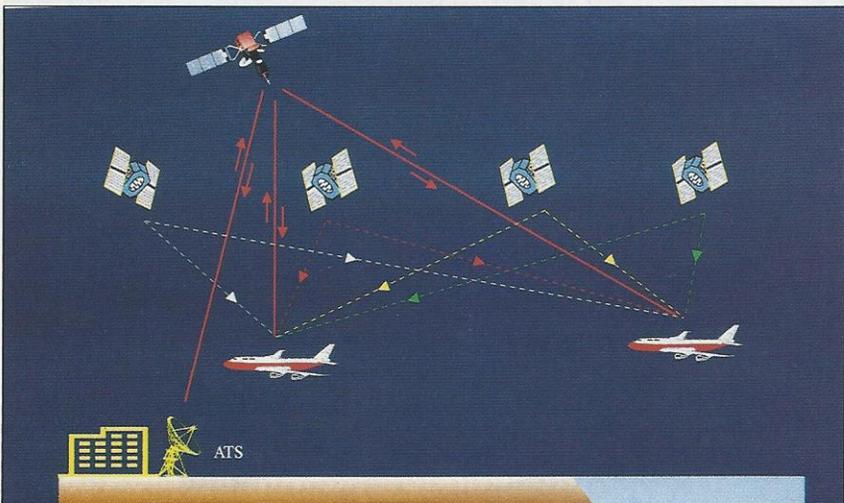


Fig. 4. En la ADS, basada totalmente en satélite, la aeronave determina su posición con 4 satélites GPS o GLONASS y la envía al satélite de comunicaciones.

gación en alcance óptico, la orografía del terreno puede dar lugar a zonas de sombra o ciegas donde la aeronave no puede ser detectada. Por otra parte, y por la misma razón, su alcance está limitado a unas doscientas millas náuticas, al quedar las aeronaves por debajo del horizonte a partir de esa distancia. Sobre la vertical del RADAR, existe también una zona ciega, llamada como de silencio, donde las aeronaves tampoco pueden ser detectadas. Fig. 2 Fig. 3

Hay otras zonas de la Tierra de muy difícil acceso, como las selváticas, donde la instalación del radar presenta serias dificultades y donde el desmesurado crecimiento de la vegetación puede incluso llegar a cegar a éste. En otras, como las remotas, o las de baja densidad de tránsito aéreo, la instalación de este sistema de vigilancia resulta antieconómica y por tanto no está justificada en base a estudios de coste/beneficio.

*"Para que los árboles no te impidan ver el bosque... míralo desde el cielo".*

### EL PROBLEMA OCEANICO

Las separaciones que se aplican entre aeronaves que transitan por áreas como las oceánicas, donde no se dispone de un radar con el que poder visualizarlas y donde los sistemas de navegación no son muy precisos, han de ser extremadamente grandes al objeto de poder garantizar que en ningún momento dichas separaciones se reduzcan hasta tal extremo que se pueda correr peligro de colisión.

Hay una buena razón para tal medida de prudencia. Durante un período de cinco años, hasta marzo de 1987, se notificaron 194 grandes errores (desviaciones de 25 millas náuticas o más) en el Atlántico Norte.

Sin embargo, la aplicación de estas separaciones tan grandes entre aeronaves, limitan de forma importante el número de aeronaves que pueden transitar por una determinada ruta oceánica en un momento concreto. En rutas muy

transitadas, como las del Atlántico Norte, ésto podría impedir el que las aerolíneas pudieran, eventualmente, ofrecer el número de vuelos necesario para satisfacer la demanda de pasajeros.

Otro problema que se plantea, es que muy pocas aeronaves pueden beneficiarse de las rutas más óptimas, como por ejemplo las de la corriente de chorro, donde el fuerte viento a favor de la aeronave acorta considerablemente la duración del vuelo.

## UNA IDEA FELIZ

El Comité Especial sobre Sistemas de Navegación Aérea del Futuro, FANS, ya citado en este Dossier, definió un nuevo sistema de vigilancia al que denominó "Vigilancia Dependiente Automática" o ADS (Automatic Dependent Surveillance).

La vigilancia dependiente automática es una función para uso de los servicios de tránsito aéreo (ATS), en la cual una aeronave transmite automáticamente por enlace digital de datos, aquellos extraídos de su sistema de navegación de a bordo. Como mínimo, los datos incluyen la identificación de la aeronave y su posición en tres dimensiones; pueden facilitarse otros datos, según sea el caso. Los datos ADS son procesados y presentados al controlador de tránsito aéreo de forma similar a la realizada para la información radar.

Está previsto que los informes ADS se transmitan automáticamente (sin la intervención del piloto), ya sea a intervalos definidos establecidos por el sistema ATS de tierra o cuando éste lo solicite específicamente.

Evidentemente, la precisión de la vigilancia dependiente automática dependerá de la precisión del sistema de navegación de a bordo con el que la aeronave determina su posición y de la frecuencia con que ésta se determina. Este parámetro denominado "Factor de Calidad", es también enviado a tierra junto con su informe de posición correspondiente, y deberá ser tenido en cuenta al objeto de aplicar mayores o menores separaciones entre las aeronaves.

Se puede decir que la vigilancia dependiente automática está constituida por tres subsistemas fundamentales: el subsistema de navegación de la aeronave, el subsistema de comunicaciones digital de datos, y el subsistema de proceso y presentación al controlador de tránsito aéreo.

El sistema de navegación utilizado en la ADS puede ser cualquiera de los convencionales (VOR, DME, NDB, LORAN, INERCIAL, etc.), pero el que más aporta, debido a su cobertura mundial total, a su disponibilidad continuada y a su precisión, que puede llegar a ser de hasta 10 metros, es el sistema de navegación por satélite.

En cuanto a sistemas de comunicaciones digitales o enlaces de datos, el ADS contempla la posibilidad de utilizar el enlace satélite, el enlace digital VHF o



Fig. 5. Los datos de posición ADS son procesados y presentados en el centro de control de tránsito aéreo

### Cuadro 1. CONTENIDO DE LOS MENSAJES ADS

#### ADS Básico

- Dirección Técnica (Identificación de la aeronave)
- Posición (Latitud, Longitud y Altitud)
- Tiempo (momento en que se genera el mensaje)
- Factor de calidad (precisión de la posición)

#### Vector Tierra

- Derrota
- Velocidad horizontal
- Velocidad vertical (barométrica)

#### Vector Aire

- Rumbo
- Velocidad horizontal
- Velocidad vertical (barométrica)

#### Ruta

- Punto siguiente (Latitud, Longitud, Altitud).
- Punto subsiguiente (Latitud, Longitud, Altitud)
- Meteorología
- Viento (Velocidad, Dirección)
- Temperatura

#### Indicativo del vuelo

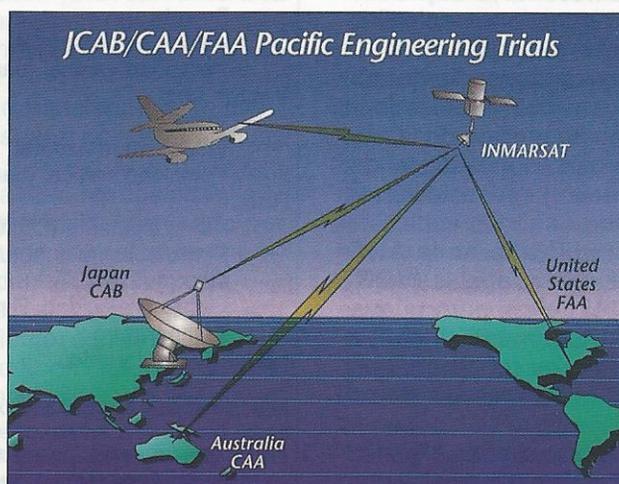
*Nota: Un mensaje ADS está compuesto como mínimo por el módulo ADS básico, pudiendo ir acompañado del resto o alguno de los otros módulos. Existen también mensaje de gestión, mediante los cuales el centro de control de tránsito aéreo indica a la aeronave con qué periodicidad deberá mandar los mensajes y por qué módulos deberán estar compuestos.*

**Cuadro 2.**  
**GRUPOS DE EXPERTOS OACI INVOLUCRADOS EN LA ADS**

GRUPO DE EXPERTOS		ACTIVIDADES	FECHA INICIO	ESTADO
FANS	Comité sobre Sistemas Futuros de Navegación Aérea	Definir los futuros sistemas y supervisar y, coordinar su implantación (definió el concepto ADS)	1983	En actividad
AMSSP	Grupo de Expertos sobre el Servicio Móvil Aeronáutico por Satélite	Desarrollar las especificaciones (SARPs) del Servicio Móvil Aeronáutico por Satélite teniendo en cuenta entre otros los requerimientos ADS	1987	Redenominado AMCP en 1991 para incluir también el enlace de datos VHF
AMCP	Grupo de Expertos sobre Comunicaciones Móviles Aeronáuticas	Los del AMSSP pero ampliados para incluir también el enlace de datos VHF	1991	En actividad
ADSP	Grupo de Expertos sobre la vigilancia Dependiente Automática (ADS)	Definir requisitos y procedimientos operacionales relativos al ADS	1990	En actividad
SICASP	Grupo de Expertos sobre mejoras del Radar SSR y sobre el Sistema Anti-colisión de a bordo (ACAS)	Desarrollar especificaciones SSR Modo S+ACAS y protocolos de la red de tierra ATN teniendo en cuenta entre otros los requerimientos ADS.	1981 1987 (ADS)	En actividad
NATSPG	Grupo de Planificación del Sistema para el Atlántico Norte	Plan de implantación que contempla la ADS en alto grado	1965	En actividad

*Nota: Otros grupos de expertos no OACI como son el AEEC y la RTCA desarrollan especificaciones relacionadas con la ADS, las cuales son tenidas en cuenta por los anteriores.*

el enlace digital del radar SSR Modo S, pero el único con cobertura mundial (con excepción de las regiones polares extremas), sin zonas ciegas, y sin los problemas de alcance limitado que no permiten cubrir zonas oceánicas, es el sistema basado en satélites geostacionarios adoptado por la OACI (Organización de Aviación Civil Internacional) y denominado SMAS (Servicio Móvil Aeronáutico por Satélite). (Cuadro 1).



*Fig.6. Programa de pruebas ADS en el Pacífico.*

El Informe FANS/4 del Comité Especial sobre Sistemas de Navegación Aérea del Futuro, dice en su resumen de ejecución: "Sobre la base de su estudio de nuevos conceptos y nuevas técnicas, el Comité llegó a la conclusión de que la explotación de las comunicaciones por satélite es la única solución actualmente viable que permitirá superar las deficiencias de los sistemas de Comunicaciones, Navegación y Vigilancia actuales y satisfac-

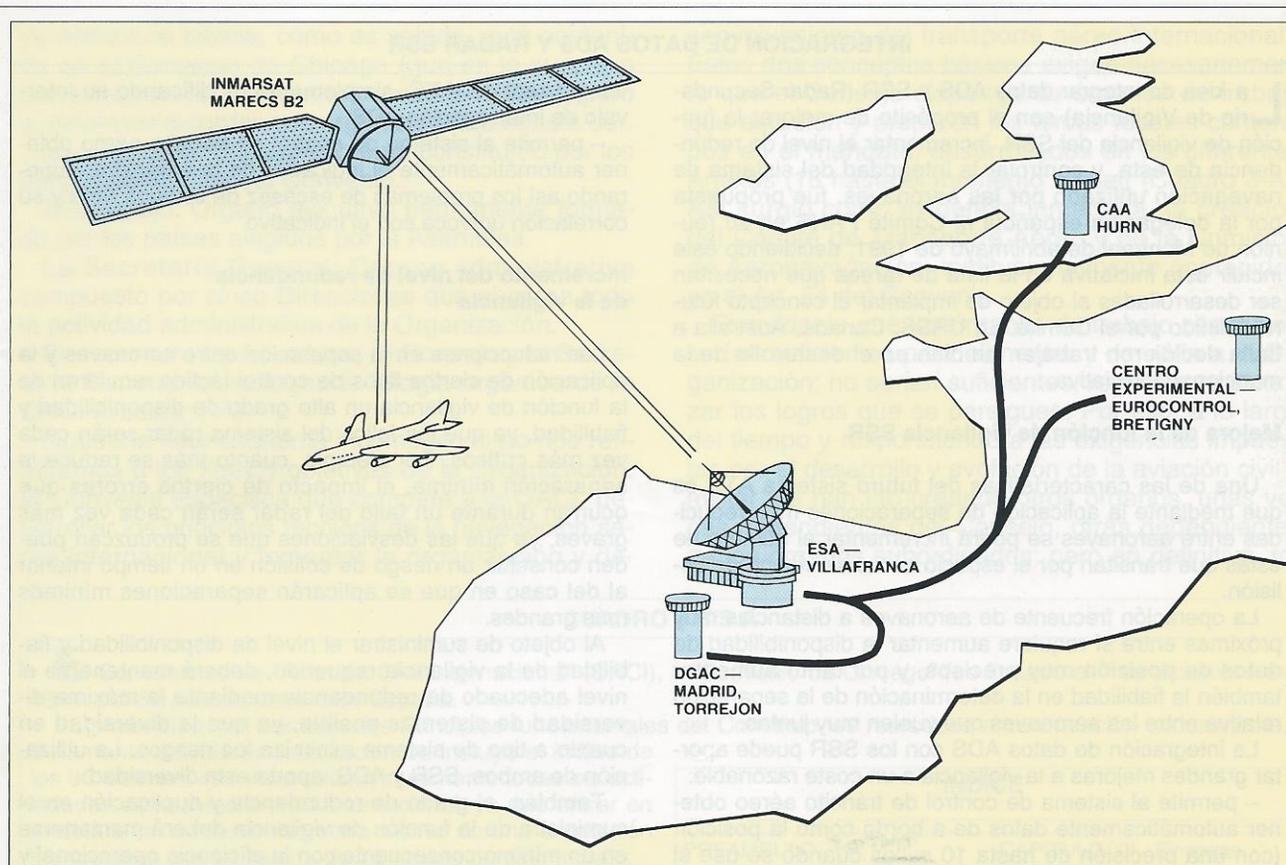


Fig. 7. El programa PRODAT/PROSAT para móviles aeronáuticos.

cer las necesidades y requisitos del futuro previsible, a escala mundial". Fig. 4. Fig. 5

## BENEFICIOS DEL ADS

La implantación del ADS aumentará la seguridad de los vuelos e incrementará la capacidad del sistema de tránsito aéreo, produciéndose como consecuencia una reducción de los costes de operación.

Distinguiremos dos tipos de áreas, las que no tienen cobertura radar y las que sí la tienen.

Las áreas sin cobertura radar incluyen áreas oceánicas, áreas selváticas y áreas desérticas, donde la instalación del radar resulta imposible, presenta serias dificultades, o resulta antieconómico en base a estudios de coste/beneficio. Aquí, la ADS aporta un sistema de vigilancia donde antes no existía, permitiendo al control de tránsito aéreo visualizar las aeronaves y por tanto poder detectar desviaciones inadvertidas y errores de navegación en tiempo real. Se pasa de un control de tipo estratégico a uno táctico que permite reducir considerablemente las separaciones mínimas que se aplican entre aeronaves, aumentando así el número de éstas que pueden transitar por una misma ruta, reduciendo demoras y las desviaciones con respecto a la ruta preferida.

En las áreas con cobertura radar la integración de

los datos radar SSR con los ADS permiten superar las limitaciones del radar (zonas ciegas, como de silencio, respuestas falsas, solapes, insuficiencia de códigos de identificación, problemas de correlación código-indicativo, etc.) y aumentar su disponibilidad y precisión. Esto se traduce en un incremento de la capacidad del sistema de tránsito aéreo que permite reducir demoras y flexibilizar rutas. (Cuadro 2).

## PRINCIPALES PROGRAMAS DE PRUEBAS ADS ACTUALES

Las autoridades de aviación civil de USA, Australia y Japón colaboran en un programa de pruebas en el Pacífico (PET) con objeto de evaluar la ADS vía satélite. Participan aeronaves de United Airlines, Japan Airlines, Qantas y Northwest Airlines, ésta última aportando una aeronave con receptor GPS.

Canadá está actualmente haciendo pruebas ADS vía enlace de datos VHF y próximamente lo hará por satélite.

Japón dispone de su propio satélite (ETS-5) y realiza también por su cuenta pruebas ADS.

El Reino Unido está acabando de instalar en un Boeing 747-400 de British Airways 2 receptores GPS, una unidad ADS y un terminal satélite de datos y voz.

## INTEGRACION DE DATOS ADS Y RADAR SSR

La idea de integrar datos ADS y SSR (Radar Secundario de Vigilancia) con el propósito de mejorar la función de vigilancia del SSR, incrementar el nivel de redundancia de ésta, y controlar la integridad del sistema de navegación utilizado por las aeronaves, fue propuesta por la delegación española al Comité FANS en su reunión de Montreal de abril/mayo de 1991, decidiendo éste incluir esta iniciativa en la lista de tareas que necesitan ser desarrolladas al objeto de implantar el concepto futuro definido por el Comité. La URSS, Canadá, Australia e Italia decidieron trabajar también en el desarrollo de la mencionada iniciativa.

### Mejora de la función de vigilancia SSR

Una de las características del futuro sistema ATS es que mediante la aplicación de separaciones más reducidas entre aeronaves se podrá incrementar el número de éstas que transitan por el espacio aéreo sin riesgo de colisión.

La operación frecuente de aeronaves a distancias muy próximas entre sí requiere aumentar la disponibilidad de datos de posición muy precisos, y por tanto aumentar también la fiabilidad en la determinación de la separación relativa entre las aeronaves que vuelan muy juntas.

La integración de datos ADS con los SSR puede aportar grandes mejoras a la vigilancia a un coste razonable:

- permite al sistema de control de tránsito aéreo obtener automáticamente datos de a bordo como la posición (con una precisión de hasta 10 millas cuando se use el GPS diferencial), el rumbo, régimen de ascenso/descenso, velocidad, etc., que el SSR convencional no aporta y que permiten representar las trayectorias de las aeronaves con mucha más precisión, garantizando por tanto que se mantendrá el nivel requerido de seguridad cuando se apliquen separaciones muy reducidas;

- la codificación de los datos de altitud en incrementos de 8 pies, y la disponibilidad de la velocidad vertical, todo ello aportado por el ADS, mejoran la capacidad del ATC para controlar y hacer predicciones precisas de las trayectorias de las aeronaves en el plano vertical;

- cuando se utilicen los sistemas satélite para la ejecución de la función ADS, permitirá al sistema de tierra adquirir datos de vigilancia (posición, etc.) a baja altitud y en zonas ciegas, donde el radar debido a sus limitaciones por propagación en línea de visión es ciego; las pérdidas en la obtención de datos de posición serán más críticas en áreas de alta densidad de tránsito aéreo, que es donde se aplicarán separaciones más reducidas;

- permite que el régimen de renovación de la información de posición y actitud para cada aeronave se adapte de manera selectiva, de acuerdo con las necesidades en

tiempo real del ATC, simplemente modificando su intervalo de interrogación ADS;

- permite al sistema de control de tránsito aéreo obtener automáticamente el indicativo de la aeronave, superando así los problemas de escasez de códigos SSR y su correlación unívoca con el indicativo

### Incremento del nivel de redundancia de la vigilancia

Las reducciones en la separación entre aeronaves y la aplicación de ciertos tipos de control táctico requieren de la función de vigilancia un alto grado de disponibilidad y fiabilidad, ya que los fallos del sistema radar serán cada vez más críticos. Por ejemplo, cuanto más se reduce la separación mínima, el impacto de ciertos errores que ocurran durante un fallo del radar serán cada vez más graves, ya que las desviaciones que se produzcan pueden constituir un riesgo de colisión en un tiempo inferior al del caso en que se aplicarán separaciones mínimas más grandes.

Al objeto de suministrar el nivel de disponibilidad y fiabilidad de la vigilancia requerido, deberá mantenerse el nivel adecuado de redundancia mediante la máxima diversidad de sistemas posible, ya que la diversidad en cuanto a tipo de sistema minimiza los riesgos. La utilización de ambos, SSR y ADS, aporta esta diversidad.

También, el grado de redundancia y duplicación en el suministro de la función de vigilancia deberá mantenerse en un mínimo consecuente con la eficiencia operacional y la seguridad. El ADS satélite permite que el grado de redundancia de vigilancia pueda ser adaptable casi instantáneamente a las necesidades ATC, suministrando por tanto redundancia de una manera efectiva en cuanto a coste se refiere. Esto se consigue abriendo canales satélite ADS cuando se necesiten y cerrándolos cuando ya no sean necesarios.

### Control de la integridad de la navegación

Varios métodos de controlar la integridad de los sistemas globales de navegación por satélite (GPS, GLO-NASS) están siendo investigados en muchos partes.

La comparación cruzada de los datos de posición obtenidos del sistema de navegación de a bordo (ADS) de una aeronave con sus datos de posición determinados por el sistema radar podría permitir al sistema de tierra detectar errores de navegación de manera que permitiese la intervención a tiempo por parte de ambos, el controlador de tránsito aéreo y el piloto, al objeto de evitar que estos errores aumenten en tal proporción que puedan constituir un riesgo de colisión.

España, como continuación al programa PRODAT/PROSAT está planificando un programa de pruebas similar al del Reino Unido. Fig. 6

### EL PROGRAMA PRODAT/PROSAT

El Programa PRODAT (Fig. 7), parte integrante del proyecto PROSAT de la Agencia Europea

del Espacio (ESA), iniciado en diciembre de 1981, incluía en su segunda fase experimentos sobre la aplicación de las comunicaciones móviles por satélite a los servicios de tránsito aéreo (ATS). En dicho programa participaron la Dirección General de Aviación Civil Española y la Autoridad de Aviación Civil del Reino Unido, incorporándose posteriormente EUROCONTROL.

Uno de los objetivos de este esfuerzo colectivo era el de implantar algunas de las recomendaciones del Comité FANS, relacionadas con la vigilancia dependiente automática y el intercambio de mensajes digitales ATS controlador-piloto.

El instrumental del PRODAT, consistía en cuatro subsistemas principales, aviónica de a bordo, satélite, estación terrena de tierra y las instalaciones de los usuarios fijos (ATC, etc.). En los ensayos ATC participaron tres centros de control de tránsito aéreo experimentales, uno en Torrejón (España), otro en Bretigny (Eurocontrol, Francia) y otro en Hurn (Reino Unido). El punto focal del sistema era la estación terrena, situada en Villafranca del Castillo, cerca de Madrid, que comprendía el equipo de radio para el enlace con el satélite y el sistema de gestión de la red (NMS), el cual actuaba como interfaz inteligente entre el satélite y las redes de comunicaciones terrestres. El satélite que se utilizó en la última fase de la experimentación fue el MARECS B2 de INMARSAT.

Para la segunda fase del programa se fabricaron nueve terminales satélite a instalar en aeronaves, cinco fabricados en el Reino Unido y cuatro en España. Además, se utilizó un simulador de terminal multiaeronave fabricado en España que permitía la simulación de hasta un máximo de 40 aeronaves. Este terminal fue muy utilizado por EUROCONTROL en sus simulaciones oceánicas que incluían ADS e intercambio de mensajes digitales controlador-piloto.

En la primera fase del programa se contó con la valiosa participación de un DC-8 de las Fuerzas Aéreas Españolas. En la segunda fase, se contó con la participación de un BAC-111 perteneciente a un organismo gubernamental del Reino Unido, de un HS-748 de la Autoridad de Aviación Civil Británica, y de un Jetstream alquilado al efecto. También participaron en la segunda fase aeronaves comerciales, y aunque la mayoría de ellas carecían de capacidad ADS, su colaboración fue muy útil. Fig. 8

Los objetivos comunes de los participantes en el experimento PRODAT-ATS eran entre otros los siguientes:

- Ensayar aplicaciones ATS teniendo en cuenta los requisitos que un sistema que proporcione vigilancia dependiente automática e intercambio de mensajes digitales controlador-piloto debe de cumplir;

- contribuir al estudio y definición de un sistema de enlace de datos para móviles aeronáuticos, teniendo en cuenta las necesidades ATS presentes y futuras;

- evaluar las posibilidades de presentación de la información, procedentes de la vigilancia dependiente automática (ADS) y de los mensajes digitales intercambiados entre el piloto y el controlador.

HORA 14:16:33 MADRID ESTE ES GRAVL LISTO PARA RODAR EN BIGGIN HILL. CAMBIO			
HORA 14:16:46	ALTURA (PIES)	ANGULO DE DERROTA	MACH N
COORDENADAS E0000158 N511938	312	107.929	0.000
HORA 17:45:47 GRAVL. MADRID ACC. TRANSPONDEDOR EN 4662. CAMBIO. W0023238 N443926 16428 -166.916 0.344			
HORA 17:48:41 MADRID ESTE ES GRAVL. RECIBIDO. RESPONDER 4662. DIGANOS SI SE VA A REQUERIR ALGUNA MANIOBRA ESPECIAL			
HORA 17:58:23 GRAVL. MADRID ACC. CONTACTO RADAR A 43 NM DE BLO.			
HORA 18:09:56 MADRID. GRAVL. CAMBIO. BLO FL 170 ESTIMANDO BGS 1825. REQUERIMOS EL TIEMPO DE LEMD. CAMBIO			
HORA 18:10:02 W0025433 N432050 16416 -155.917 0.344			
HORA 18:13:20 GRAVL. MADRID ACC. VIENTO CALMA. CAVOK. QNH igual 1023. QFE RWY 33 igual 954.3. TEMP 21. DEW 11.			
HORA 18:37:19 GRAVL. RECIBIDO. HAGA UN 360 A SU DERECHA Y UNA VEZ COMPLETADO PROCEDA A SMA.			
HORA 18:37:40			
W0033647 N415458	16452	-178.593	0348
HORA 18:39:04 MADRID ESTE ES GRAVL. RECIBIDO. UN 360 A NUESTRA DERECHA DESPUES A SMA.			
HORA 18:39:40			
W0033937 N414957	16428	53.265	0.346
HORA 18:42:41			
W0033500 N414659	16440	179.296	0.350
HORA 18:42:51 MADRID. ESTE ES GRAVL. COMPLETANDO EL 360. ESTIMANDO SMA A LAS 1851 FL 170.			
HORA 18:59:57 MADRID. GRAVL. REQUIERE AUTORIZACION DESCENSO CAMBIO.			
HORA 19:02:01 GRAVL. MADRID RESPONDA IDENTIFICACION DESCIENDA Y MANTENGA 110.			
HORA 19:03:13 GRAVL. MADRID ACC. DESPUES DE ACD PROCEDA EN RUMBO 180 VECTOR INICIAL AL LOCALIZADOR			
HORA 19:04:43			
W0034005 N402907	14964	176.308	0.404
HORA 19:04:56 MADRID. GRAVL. EN RUMBO 180.			
HORA 19:07:53 GRAVL. VIRE IZQUIERDA A RUMBO 130. DESCENSO A 5.000 PIES QNH 1023.			
HORA 19:09:34 MADRID. ESTE ES GRAVL. EN RUMBO 130 A 5 000.			
HORA 19:09:44			
W0033120 N401139	9900	126.386	0.354
HORA 19:10:56 GRAVL. RUMBO 360. AUTORIZADO ILS RWY 33.			
HORA 19:14:24 GRAVL. COMUNIQUE 119.9			

*Aquí se transcriben algunos de los mensajes más significativos, junto con información ADS, correspondientes al vuelo Biggin Hill - Madrid/Barajas.*



Fig. 8. DC-8 de las Fuerzas Aéreas Españolas en el que se realizó la experimentación de la 1ª fase del PRODAT/PROSAT.



Fig. 9. Equipo de comunicaciones satélite de a bordo PRODAT/PROSAT utilizado en la segunda fase

El programa PRODAT, fue pionero en experimentar, vía satélite, la vigilancia dependiente automática (ADS) y el intercambio de mensajes ATC, realizándose multitud de vuelos, incluido uno al Polo Norte.

actualidad, y como continuación al Programa PRODAT, planificando un programa de evaluación y pruebas del sistema SMAS/ADS especificado por la OACI. Fig. 9

El 24 de octubre de 1988, la Dirección General de Aviación Civil Española, utilizando el sistema PRODAT, logró controlar un avión Jetstream; el avión despegó de Biggin Hill (Reino Unido) y, después de una escala técnica en Nantes (Francia), aterrizó en el aeropuerto de Madrid-Barajas, siendo éste el primer vuelo controlado por un centro de control de tránsito aéreo mediante un enlace de datos por satélite.

Una vez que el avión penetró en la región de información de vuelo (FIR) española, todos los mensajes relativos a autorizaciones de ruta, descenso y aproximaciones, guía vectorial radar e información meteorológica, le fueron transmitidos desde el Centro de Control de Tránsito Aéreo de Madrid exclusivamente mediante el enlace de datos digitales por satélite PRODAT/PROSAT, hasta situarlo a 4.000 pies en el localizador de la pista 33 del aeropuerto de Madrid-Barajas. No se utilizaron comunicaciones voz en ningún sentido, ni siquiera para confirmar las autorizaciones de control, aunque el avión permaneció constantemente en contacto radar.

La Dirección General de Aviación Civil Española concluyó sus actividades en el Programa PRODAT/PROSAT en 1989, estando en la

## GLOSARIO

OACI: Organización de Aviación Civil Internacional.  
 VHF: Muy alta frecuencia.  
 HF: Alta frecuencia.  
 ATC: Control de tránsito aéreo.  
 ATS: Servicios de tránsito aéreo.  
 FANS: Comité Especial Sobre Sistemas de Navegación Aérea del Futuro.  
 SMAS: Servicio Móvil Aeronáutico por Satélite.  
 AOC: Control de las operaciones aeronáuticas.  
 AAC: Comunicación aeronáutica administrativa.  
 APC: Comunicación aeronáutica de pasajeros.  
 SARPs: Normas y métodos recomendados.  
 AMCP: Grupo de Expertos sobre Comunicaciones Móviles Aeronáuticas.  
 GES: Estación terrena de tierra.  
 AES: Estación terrena aeronáutica.

INMARSAT: Organización proveedora de segmento espacial (satélites).  
 CIDIN: Red común de intercambio de datos de la OACI.  
 TDMA: Acceso múltiple por distribución del tiempo.  
 CAA: Autoridad de Aviación Civil.  
 DGAC: Dirección General de Aviación Civil.  
 CPS: Sistema Mundial de Posicionamiento (USA).  
 GLONASS: Sistema Satélite de Navegación Mundial (URSS).  
 ADS: Vigilancia Dependiente Automática.  
 PET: Pruebas de ingeniería en el Pacífico.  
 SSR: Radar Secundario de Vigilancia.  
 ESA: Agencia Europea del Espacio.  
 EUROCONTROL: Organismo Europeo para el Control y Seguridad del Tránsito Aéreo.