

El servicio móvil aeronáutico por satélite SMAS (II)

En la primera parte de este artículo, publicada en el número 5 de ATC magazine, exponíamos la necesidad del empleo del satélite en las funciones de comunicaciones, navegación y vigilancia. Veamos, en esta 2ª y definitiva entrega, cuáles son las aplicaciones y el estado de implantación actual del Servicio Móvil Aeronáutico por Satélite (SMAS).

Las comunicaciones telefónicas de pasajero, tanto de voz digitalizada como de fax y datos, se están implantando actualmente a pasos agigantados (*figuras 1*).

El intercambio de mensajes digitales controlador-piloto, acceso de este último a bases de datos meteorológicas, etc, y la vigilancia dependiente automática serán, probablemente, las primeras aplicaciones relacionadas con el servicio de tránsito aéreo (ATS) del SMAS, especialmente en áreas oceánicas y remotas. Hace tiempo que se vienen realizando pruebas de este tipo en diferentes lugares del mundo, siendo de destacar las del Océano Pacífico (PET = Pacific Engineering Trials), y las realizadas por el Reino Unido en el Océano Atlántico (*figura 2*).

En áreas continentales de alta densidad de tráfico aéreo, la utilización conjunta de datos radar y datos de la vigilancia dependiente automática permitirá mejorar la función de vigilancia, al proporcionar cobertura a bajas altitudes y en otras zonas ciegas, mejorar el seguimiento de las aeronaves, aumentar el nivel de redundancia, y permitir contro-

lar la integridad del sistema de navegación. El SMAS permitirá el intercambio digital de datos directamente entre los ordenadores de a bordo y los sistemas expertos de tierra, que aumentarán la capacidad de utilización del espacio aéreo, en especial en áreas de alta densidad de tránsito, pudiéndose así hacer frente a la demanda prevista para los próximos años.

Muchas instalaciones de voz están ya en operación, la mayor parte de ellas en aviones Gulfstream. Un Boeing 747 de British Airways ofrece a los pasajeros telefonía por satélite desde hace dos años. Un Boeing 747-400 de Japan Airlines la tiene instalada en pruebas. Singapore Airlines opera sistemas de voz en 17 de sus Boeing 747-400, y tiene previsto instalarlo a toda su flota.

INMARSAT recibe peticiones casi a diario para la certificación de sistemas de datos, la mayor parte para Boeings 747-400. Estas corresponden a aeronaves operadas por United Airlines, QANTAS, Japan Airlines, Cathay Pacific, Air France, UTA y Canadian Airlines (*figura 3*).

United Airlines, Northwest Airlines, Japan Airlines y Qantas tienen firmado un acuerdo con las autoridades de aviación civil de

USA, Australia y Japón para participar en pruebas en el Pacífico, estando éstas en fase de ejecución. Francia, Nueva Zelanda y Fiji también participan en menor grado. Autoridades de aviación civil europeas, entre ellas las del Reino Unido, Francia, Alemania, Italia y

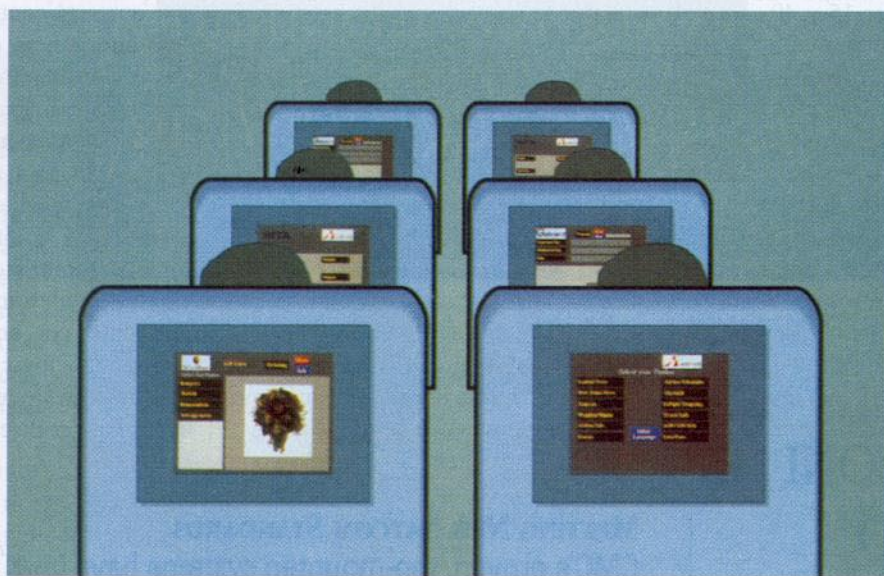


fig. 1: El sistema de comunicación de datos vía satélite permitirá al pasajero hacer reservas en hoteles y coches, operaciones bancarias, compra de artículos... etc

ESTADO DE IMPLANTACION DEL SMAS

En diciembre de 1991, 93 instalaciones en aeronaves habían sido ya certificadas por INMARSAT y utilizaban el sistema a diario.

España, están planificando la realización de pruebas similares en la región Europea.

A fecha 28 de febrero de 1995, existían 374 equipos de voz/fax, y 123 de datos instalados a bordo de aeronaves (figura 6).

En cuanto a estaciones terrenas de tierra (GESs), existen actualmente 12 en operación, prestando servicio a aeronaves por todo el mundo. INMARSAT ha autorizado a Goonhilly en el Reino Unido, EIK en Noruega, y Sentosa en Singapur, para prestar a nivel mundial el servicio de voz denominado "Sky-phone", el cual se encuentra operacional desde septiembre de 1990. El servicio de voz se presta también a través de France Telecom (Aussaguel), OTC (Perth, Australia), Teleglobe (Laurentides, Canadá), IDBA (Niles Canyon, USA), KDD (Yamaguchi, Japón) y Comsat (Southbury y Santa Paula (USA), Laurentides (Canadá), Perth (Australia) e Ibaraki (Japón). Otros signatarios de INMARSAT que han notificado sus intenciones de operar GESs son: la URSS, Portugal, Alemania e Italia.

EL PRODAT/PROSAT

El Programa PRODAT, 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 (figura 4). 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 (AES), satélite, estación terrena de tierra (GES), y las instalaciones de los usuarios fijos (ATC, etc.). En los ensayos ATC parti-

ciparon tres centros de control de tránsito aéreo experimentales: uno en Torrejón /Paracuellos(España), otro en Bretigny (Eurocontrol, Francia), y otro en Hurn (Reino Unido). El punto focal del sistema era la estación terrena (GES) 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

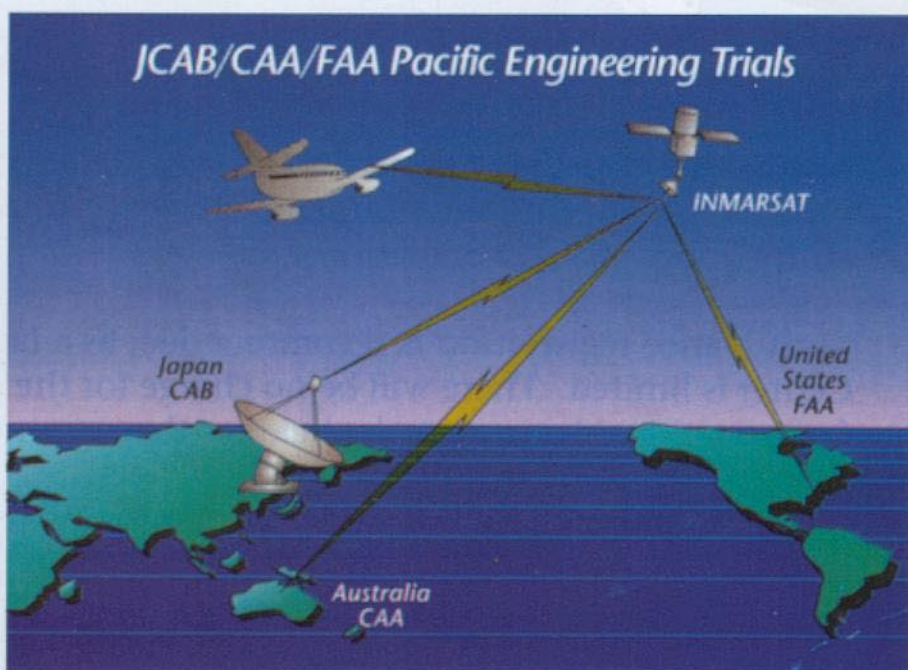


Fig 2 : Las pruebas SATCOM del Pacífico incluyen ADS y comunicaciones de datos controlador-piloto.



Fig 3: Equipo de comunicaciones de datos vía satélite instalado en la cabina de un B-747-400 de United Airlines

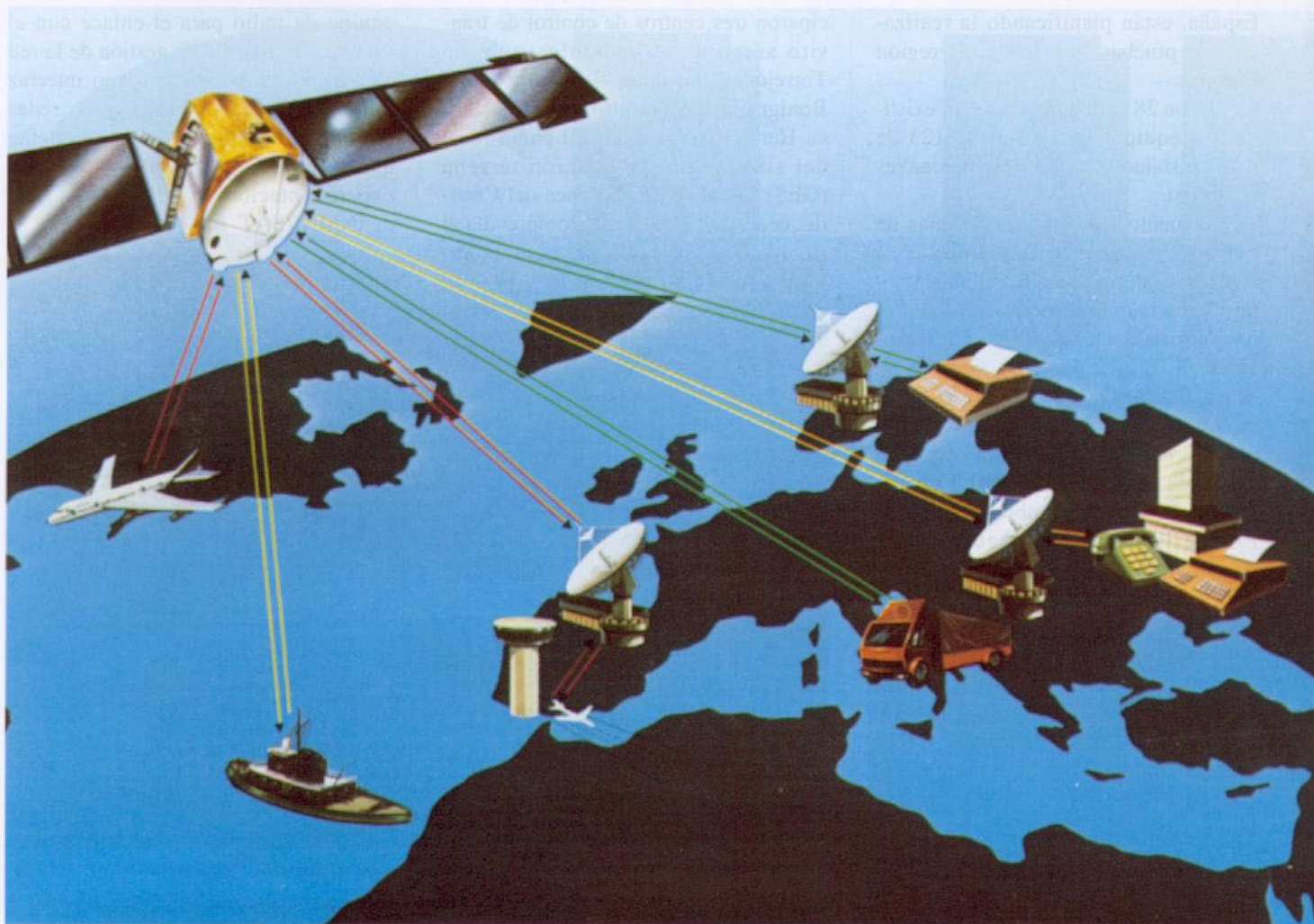


fig4: Satélite Inmarsat-3

Para la segunda fase del programa se fabricaron nueve terminales satélite a instalar en aeronaves (cinco fabricados en el Reino Unido por RACAL, y cuatro en España por ISEL-PESA). Los programas para la gestión de mensajes en tierra y presentación de mensajes ADS en una pantalla radar fueron desarrollados por CESELSA. Además, se utilizó un simulador de terminal multiaeronave fabricado en España que permitía la simulación de hasta un máximo de 40 aeronaves. Este terminal, que enlazaba vía satélite con los Centros ATC, fue muy utilizado, especialmente 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-1-11 perteneciente a un organismo gubernamental del Reino Unido, de un HS-748 de la Autoridad de Aviación Civil Británica (CAA), y de un Jetstream de RACAL, alquilado al efecto. También participaron en la segunda fase aeronaves comerciales, y, aunque la mayoría de ellas carecían de capaci-

El 24 de octubre de 1988, la D.G.A.C. española logró controlar un avión utilizando exclusivamente mensajes digitales

dad ADS, su colaboración fue muy útil.

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 debía 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 procedente de la vigilancia dependiente automática (ADS) y de los mensajes digitales intercambiados entre el piloto y el controlador.

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. Gran parte de la tecnología desarrollada y evaluada en este programa, y en especial la de aviónica, ha sido la base del desarrollo del actual sistema SMAS adoptado por la OACI.

El 24 de octubre de 1988, la Dirección General de Aviación Civil Española, utilizando el sistema PRODAT, logró controlar, mediante mensajes digitales, un avión Jetstream: 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 aeronave penetró en la región de información de vuelo (FIR) española, todos los mensajes relativos a autorizaciones de ruta, descenso y aproximación, 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. Dos controladores de Madrid ACC (F.Reyes y F.Cabrera), que embarcaron en Biggin Hill para colaborar con el piloto, fueron los encargados de manejar el teclado del terminal de datos a bordo del Jetstream. (ver Revista de la OACI de Febrero de 1989, artículo titulado "Los enlaces de datos PRODAT/PROSAT logran controlar el vuelo de un reactor").

David Díez Fernández

(El autor ha participado en el desarrollo de los SARPs del SMAS, tanto en el AMSSP como en el AMCP)

El segmento espacial de Inmarsat

INMARSAT fue fundado en 1979 para ofrecer servicios de comunicaciones por satélite a embarcaciones civiles. Está formado por 55 estados miembros, siendo el signatario por parte de nuestro país la Compañía Telefónica Nacional de España, con el 1,99% de las acciones. Aproximadamente hay instalados unos 9.000 terminales de comunicaciones por satélite a bordo de barcos por todo el mundo. Últimamente INMARSAT presta también servicios a la aviación y al transporte terrestre.

Satélites de primera generación

Actualmente INMARSAT opera siete satélites de esta generación para comunicaciones marítimas. Son geoestacionarios y suministran cobertura mundial con excepción de las regiones polares extremas. Uno de ellos, el MARECS-B2 fue utilizado dentro del programa PRODAT/PROSAT de comunicaciones con aeronaves, en el que participó la Dirección General de Aviación Civil Española.

Satélites de segunda generación

En la actualidad están en órbita cuatro satélites de segunda generación, cada uno de ellos con una capacidad en la banda aeronáutica reservada al SMAS de 3 Mhz, en la dirección satélite-aeronaves, y otros 3 MHz en la dirección aeronaves-satélite. El primero de estos satélites fue lanzado el 30 de octubre de 1990, estando actualmente en operación en su órbita sobre el Océano Índico en posición 64,5 grados Este. El segundo fue lanzado a la posición 15,5 grados Oeste sobre el Atlántico el 8 de marzo de 1991. El tercero fue lanzado el 3 de diciembre de 1991 para prestar su servicio sobre el Océano Pacífico (17,80 grados Este). En marzo de 1992, un cuarto satélite fue situado sobre el Océano Atlántico (55,5 grados Oeste) (figura 7).

Satélites de tercera generación

En febrero de 1991, INMARSAT adjudicó a GE Astro (ahora Martín Marietta) un contrato para la fabricación de cuatro satélites Inmarsat-3. En marzo de 1994, se encargó un quinto satélite. Está previsto que el primer Inmarsat-3 entre en operación en marzo de 1996. Los siguientes serán lanzados sucesivamente a intervalos de cuatro meses.

Aparte de su gran capacidad para las comunicaciones (incluidas las del SMAS), y de contar con haces puntuales, cada uno de los satélites Inmarsat-3 incluirá un transpondedor de navegación, que será utilizado para proporcionar un complemento (aumentación) civil al GPS y, probablemente, al GLONASS. Estos transpondedores podrían formar el primer elemento de un futuro sistema mundial de navegación por satélite (GNSS) completamente civil. Cada transpondedor, que se limita simplemente a un cambio de frecuencia, recibirá señales de navegación procedentes de una estación terrena (GES), en la banda de 6,4 GHz para su retransmisión a los usuarios en un ancho de banda de 2,2 MHz, centrada en 1.575,5 MHz, o sea, coincidente con la señal L1 utilizado por el GPS.

Los primeros cuatro satélites Inmarsat-3 serán colocados prácticamente en las mismas posiciones que ocupan los actuales Inmarsat-2, consiguiéndose así un alto nivel de redundancia en cuanto a comunicaciones se refiere. El posicionamiento del quinto satélite aún no se ha decidido.

Figura 5: Aquí se describen algunos de los mensajes digitales más significativos, junto con la información ADS, correspondientes al vuelo Biggin Hill - Madrid/Barra-

HORA 14:16:33 MADRID ESTE ES GRAVL LISTO PARA RODAR EN BIGGIN HILL. CAMBIO				
HORA 14:16:46	COORDENADAS E0000158 N511938	ALTURA (PIES) 312	ANGULO DE DERROTA 107.929	MACH N 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 RESPONSA 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. DESCIENDA 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				

Figura 6 : Instalaciones de voz/fax y datos a bordo de aeronaves

	VOICE	DATA	REMARKS
Corporate	186	1	
Airlines			
Air Afrique	3		Operational passenger phone service
Air Canada	14	2	Operational passenger phone service
Air China	2 (1)		Operational passenger phone service
Air France	2	7	Passenger phone trial
Air India	4		Operational passenger phone service
Air Mauritius	2		Operational passenger phone service
Alitalia	1		Operational passenger phone service
All Nippon Airways	3	1	Operational passenger phone service
American Airlines	1		
Boeing Corp	2		First Boeing 777s for United Airlines
British Airways	2		ADS trial on North Atlantic
Canadian Airlines International		2	
Cathay Pacific	1	18	Operational and administrative data
China Airlines	1		
Delta Air Lines	8		ADS trial on North Atlantic
Emirates	7		Operational passenger phone service
EVA Air	12		Operational passenger phone service
Finnair	4		
Garuda Indonesia	2		Passenger phone trial
Gulf Air	3		Operational passenger phone service
Japan Airlines	1	29	
KLM	13		Operational passenger phone service
Korean Air	1		Passenger phone trial
Kuwait Airways	9		Operational passenger phone service
Lauda Air	4		Operational passenger phone service
Lufthansa	16		Operational passenger phone service
Malaysia Airlines	15 (13)		Operational passenger phone service
Martinair	1		
Northwest Airlines	2	1	Passenger phone trial
Qantas	1	10	
Royal Air Maroc	1		Operational passenger phone service
SAS	1	1	
Saudia	4		Operational passenger phone service
Singapore Airlines	23 (17)	1	Operational passenger phone service
Swissair	13		Operational passenger phone service
United Airlines	8	40	
UTA		1	
Fixed	35	9	
TOTALS	374	123	

Note: Totals correct to 28 February 1995