

los costes del servicio Meteorológico Aeronáutico para la Navegación Aérea en ruta y de Terminal⁹.

Las referencias necesarias fueron los manuales relacionados de la OACI, sobre todo el Doc 9082/5, el Doc 9562 y el Doc 9161/3.

Tarifas actuales de los aeropuertos y la navegación aérea

Las tarifas que se imponen ahora tanto para la navegación aérea como para aterrizar y aparcar en un aeropuerto están en vigor desde la década de 1990. Aunque se han hecho nuevos desarrollos con respecto a la infraestructura y el personal, no se ha producido ningún cambio para igualar los costes. Más aún, no se ha producido ningún cambio para hacer frente a la devaluación del chelín tanzano y a la inflación de la última década.

Por lo general, las tarifas no han estado en relación con el coste y no ha habido modo racional de realizar los ajustes necesarios. Este es el caso de muchos Servicios Meteorológicos e Hidrológicos Nacionales de África. En el pasado, el Gobierno de Tanzania absorbía cualquier diferencia entre los costes y los gastos operativos, un sistema que hizo innecesarias las justificaciones de las tarifas en relación con los costes. Las tarifas de los usuarios no se han calculado basándose en el tráfico que se maneja o en los pasajeros que utilizan los servicios.

El camino futuro

La Agencia todavía está negociando con las agencias hermanas para verificar que los costes recuperados de la industria de la aviación compensen las inversiones, al igual que los servicios que van a ella. Un enfoque regional parece ser la mejor opción y la implicación de la

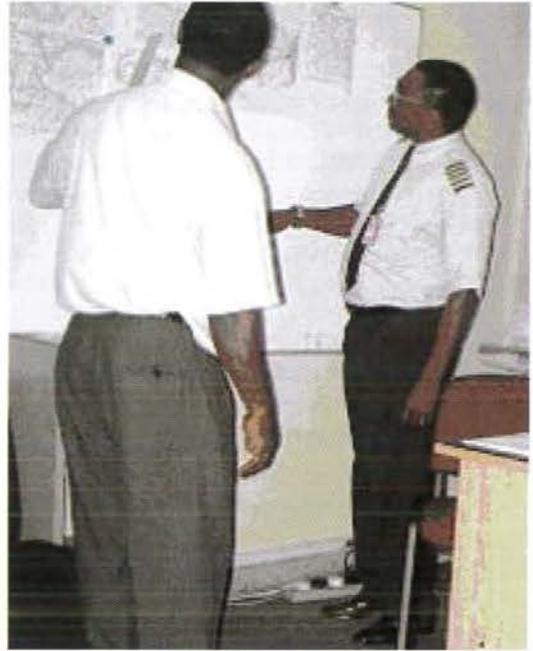


Figura 2 — Un predictor informa oralmente a un piloto en el Aeropuerto Internacional de Dar-es-Salaam

315

OACI y de la OMM sería de gran ayuda en este empeño. Como motivación, sería fundamental una mejor calidad de los servicios a los usuarios. Mientras tanto, la AMT tiene como una de sus principales prioridades automatizar más aeropuertos y mejorar sus comunicaciones internas, regionales e internacionales utilizando conexiones de datos de alta velocidad e Internet.

El Sistema de Observación de la Retransmisión de Datos Meteorológicos de Aeronaves (AMDAR) de la OMM

Por Jeff STICKLAND*

Introducción

El valor de los informes automáticos de las observaciones meteorológicas de aeronaves se reconoció en la década de 1970, durante el Primer Experimento Mundial del Programa Mundial de Investigación de la Atmósfe-

ra (PEMG). Se equipó a numerosas aeronaves a reacción de pasajeros, de larga distancia y de fuselaje ancho, con sistemas construidos especialmente que suministraban valiosas observaciones de temperatura, viento y presión en zonas terrestres y oceánicas del mundo con escasez de datos. Estas observaciones de gran calidad se transmitían, a través de satélites meteorológicos geoestacionarios, a los Servicios Meteorol-

* Coordinador Técnico de la AMDAR de la OMM.

lógicos Nacionales (SMN) y después se intercambiaban mundialmente en el Sistema Mundial de Telecomunicaciones (SMT) de la OMM. Este sistema de observación se denominó sistema de Retransmisión por Satélite de Datos de Aeronaves (ASDAR) y funcionó hasta 2003. A mediados de la década de 1980 empezó a funcionar un nuevo sistema menos caro y mucho más extenso llamado Retransmisión de Datos Meteorológicos de Aeronaves (AMDAR) que ha reemplazado a la ASDAR. Depende por completo de los sensores de alta calidad existentes en las aeronaves, de los ordenadores avanzados a bordo para el proceso de datos y de la infraestructura de comunicaciones de las líneas aéreas para generar y difundir las observaciones de aire en altura a los SMN para su retransmisión posterior.

Retransmisión por Satélite de Datos de Aeronaves (ASDAR)

Numerosos países que formaban un nuevo grupo de la OMM bajo el mandato del Consejo Ejecutivo denominado Consorcio para el desarrollo del sistema ASDAR (CAD) reconocieron a principios de la década de 1980 la rentabilidad y los beneficios del sistema ASDAR. Este grupo obtuvo contribuciones voluntarias de sus miembros y diseñó y desarrolló nuevos sistemas de aviónica especializados de la ASDAR basados en principios similares a los sistemas originales del PEMG. Las observaciones generadas se retransmitían después por satélites meteorológicos geoestacionarios a intervalos horarios, utilizando antenas de satélites especializadas de la ASDAR en cada aeronave. El Centro de la ASDAR, que estaba dirigido por el Reino Unido, vigilaba de manera

constante la calidad de los datos, que demostró ser comparable a la de los datos de radiosonda. El programa ASDAR alcanzó su cota máxima en 1998 con 21 aeronaves suministrando datos de muchas partes del mundo. El programa ASDAR empezó a decaer a medida que las líneas aéreas desmantelaban las aeronaves antiguas y los nuevos y más extensos programas de la AMDAR empezaban a funcionar. El programa ASDAR concluyó formalmente a finales de 2003.

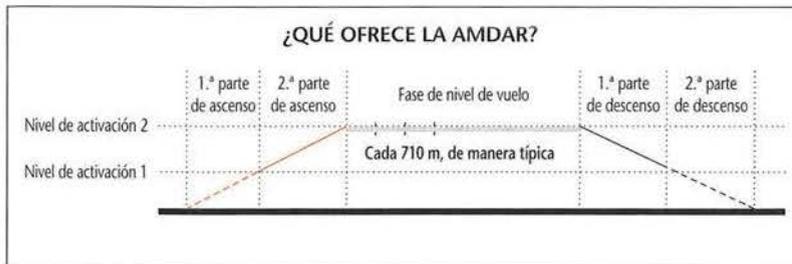
Retransmisión de Datos Meteorológicos de Aeronaves (AMDAR)

A principios de la década de 1980 se desarrollaron en los EE.UU. los primeros sistemas de la AMDAR y se instalaron en un pequeño número de aeronaves de pasajeros de fuselaje ancho para ayudar a los programas de investigación. En vez de construir e instalar hardware especializado y caro de la ASDAR en las aeronaves, la AMDAR depende por completo de los sensores de gran calidad existentes a bordo, los ordenadores, los sistemas de proceso de datos y las comunicaciones de las líneas aéreas, y de software especial añadido a los ordenadores de las aeronaves. Los datos se transmiten a tierra a través del Sistema de Direccionamiento e Informe para Comunicaciones de Aeronaves (ACARS) estándar de la industria de la aviación que consta de elementos de Muy Alta Frecuencia (VHF) y de satélite para ofrecer cobertura de comunicaciones a gran parte del mundo. Numerosos SMN se dieron cuenta de que este sistema muy rentable podría ofrecer una componente valiosa adicional a los programas de observación del aire en altura. Alemania, Australia, los EE.UU.,

Francia, Holanda, Nueva Zelanda, el Reino Unido, Sudáfrica, Suecia y, más recientemente, Arabia Saudí, Hong Kong (China) y Japón tienen ahora programas operativos de la AMDAR.

El Grupo AMDAR

La OMM reconoció el potencial de intensificar su Sistema Mundial de Observación (SMO) de la Vigilancia Meteorológica Mundial (VMM) extendiendo las observaciones de aire en altura a zonas del mundo con escasez de datos sobre voladas por un número cada vez mayor de aeronaves equipadas con un sistema AMDAR. Como resulta-



Activación basada en la presión

- 1.ª parte de ascenso: intervalos de 5 ó 10 hPa para los primeros 100 hPa
- 2.ª parte de ascenso: intervalos de 25 ó 50 hPa por encima de los primeros 100 hPa

En ruta:

- 1.ª parte de descenso: intervalos de 25 ó 50 hPa desde el TOD hasta los últimos 100 hPa
- 2.ª parte de descenso: intervalos de 5 ó 10 hPa para los últimos 100 hPa

Activación basada en el tiempo

- intervalos de 3 a 20 segundos (demora 6) entre 30 y 200 segundos (demora 90)
- intervalos de 20 a 60 segundos (demora 20) entre 490 y 1 050 segundos (demora 510)
- intervalos de 1 a 60 minutos (demora 7) intervalos de 20 a 300 segundos (demora 40) desde el punto más alto del descenso (TOD) hasta la superficie

do de ello, en febrero de 1998 la OMM creó formalmente el Grupo AMDAR con el objetivo principal de coordinar y fomentar el desarrollo mundial de la AMDAR. El Grupo identificó cuatro proyectos principales, incluidas la coordinación de los programas nacionales y regionales de la AMDAR, la mejora del intercambio y del control de calidad de los datos de la AMDAR y la aplicación de proyectos piloto de la AMDAR en el sur de África y en Oriente Medio. Se creó un Fondo Fiduciario de la AMDAR, financiado por contribuciones financieras voluntarias de los miembros del Grupo, para apoyar las actividades de la AMDAR, incluidos los servicios de un Coordinador Técnico de la AMDAR. Ahora el Grupo cuenta con 22 países, aunque hay muchos más que han expresado su interés por incorporarse al mismo.

Para el Grupo ha sido de especial interés el reconocimiento por parte de varios organismos de la OMM, incluidos el Congreso, el Consejo Ejecutivo y Comisiones Técnicas de la OMM como la CSB, la CMAE y la CIMO, de que la AMDAR es una componente importante del Sistema Mundial de Observación que debería estar más integrada en el programa del SMO de la VMM, y el Grupo, la CMAE y la CSB han dado los primeros pasos para dicha integración. El trabajo del Grupo es exhaustivo y requiere la colaboración de varios componentes constitutivos del sistema de observación y también de las líneas aéreas y de la industria de la aviación. Uno de los logros más destacables del Grupo ha sido el desarrollo y la publicación en 2003 de un Manual de Referencia de la AMDAR (OMM-N.º 958) que consta de una exhaustiva descripción técnica de la AMDAR, que va desde los sistemas de sensores a los datos finales de la AMDAR. El Grupo también ha realizado numerosos seminarios de formación profesional para ayudar a los SMN que desean crear programas nacionales o regionales de la AMDAR.

Los datos de la AMDAR

Los principales elementos de los que informan las aeronaves equipadas con la AMDAR incluyen su situación en el espacio y el tiempo, la temperatura, la velocidad y la dirección del viento y el viento máximo. Otros elementos que se están introduciendo de manera progresiva incluyen la humedad, la turbulencia y el englamamiento. La evaluación de las observaciones de la AMDAR a lo largo de mu-

chos años ha demostrado que las observaciones son de gran calidad, comparables a los datos operativos de radiosonda. Los SMN han puesto de relieve que las observaciones de la AMDAR son rentables y de gran calidad y que estas observaciones contribuyen a mejorar las predicciones numéricas del tiempo a corto y medio plazo y a ofrecer una herramienta valiosa para los predictores en tiempo real para una amplia gama de servicios operativos, incluidos el tiempo violento, la aviación, la defensa, la marina, los servicios meteorológicos para el público y la vigilancia medioambiental.

Se han creado rigurosos sistemas de control y seguimiento de datos para garantizar que solo se suministran datos de buena calidad para las operaciones y el intercambio en el Sistema Mundial de Telecomunicaciones (SMT) de la OMM. Alrededor del 94 por ciento de los datos están disponibles en el SMT al cabo de 60 minutos y más del 99 por ciento al cabo de 120 minutos. Entre los elementos importantes del sistema de control se incluyen las observaciones suministradas a y desde las líneas aéreas participantes que remedian rápidamente las averías y el intercambio gratuito de información de la calidad de los datos entre los centros de control y los respectivos servicios meteorológicos participantes.

Volumen de datos

El número de observaciones de la AMDAR que se intercambia en el SMT ha crecido desde unos miles a finales de la década de 1980 a más de 160 000 en 2004, como se muestra en la figura adjunta. Se espera que en los cinco próximos años casi se doble este número a medida que se amplíen los programas existentes, se introduzcan nuevos tipos de observación y se pongan en marcha nuevos programas nacionales y regionales.

Crecimiento de datos de la AMDAR

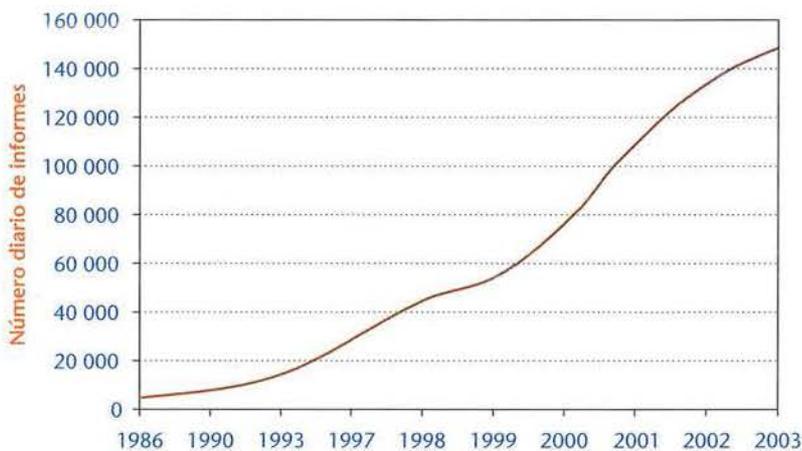


Figura 2

Programas operativos actuales de la AMDAR

Australia y Nueva Zelanda ofrecen la mayor parte de los datos de la región australasiática pero Australia ofrece también datos de Asia y de los Océanos Pacífico e Índico Austral. Cinco países europeos han desarrollado un exhaustivo programa regional como parte del programa del Sistema Mixto Europeo de Observación (EUCOS) llamado E-AMDAR, con más de 500 aeronaves configuradas para emitir Observaciones AMDAR. Finlandia está llevando a cabo una evaluación de este nuevo sistema con vistas a participar en el programa E-AMDAR. Sin embargo, los volúmenes de datos se controlan estrechamente a través de un sistema de optimización que mantiene las necesidades de cobertura y satisface las restricciones financieras. La mayor parte de los datos se suministran para abarcar la zona de interés del EUCOS pero algunos se ofrecen específicamente en zonas sin datos de África, el Oriente Medio, América del Sur y el Océano Atlántico central. Hasta hace poco, la producción de datos AMDAR en los EE.UU. estaba organizada en gran parte y ejecutada de manera independiente por seis líneas aéreas participantes, mientras que las agencias gubernamentales, dirigidas por la Administración Nacional del Océano y de la Atmósfera (NOAA) de los EE.UU. y la Administración Federal de Aviación (FAA), recopilaban los datos y hacían un amplio uso operativo de ellos, llevando a cabo el control de calidad de los mismos. La situación ha empezado a cambiar y la NOAA y la FAA han adoptado un papel más fuerte de coordinación. En el programa participan más de 1 300 aeronaves, la mayor parte de las cuales funciona sobre la zona continental de los EE.UU., pero una proporción importante de los datos se suministra a otras regiones del mundo.

Sudáfrica ha creado un pequeño programa nacional como parte del proyecto AMDAR de alta prioridad del Grupo para el sur de África, utilizando aeronaves de larga distancia para recoger datos AMDAR sobre África y las zonas orientales del Océano Atlántico meridional desde 2000. Se espera que este programa se amplíe en los doce próximos meses con una combinación de sesenta aeronaves adicionales de larga distancia y más pequeñas que se espera que se amplíen a un programa subregional de la AMDAR.

Nuevos programas de la AMDAR

El último año fue testigo del importante progreso que realizaron los miembros en el desarrollo, la prueba o la planificación de nuevos programas. Entre ellos se incluían cuatro programas nacionales nuevos de la AMDAR que actualmente están en prueba en el este de Asia, y nuevos programas potenciales en Oriente Medio y América del Sur. Se está desarrollando el primer gran programa de colaboración de observaciones

AMDAR dirigidas en las zonas con escasez de datos del centro y el oeste de África, dirigido por el Organismo para la Seguridad de la Navegación Aérea en África y Madagascar (ASECNA). Hong Kong, China, está viendo los beneficios de buscar el desarrollo de un programa de la AMDAR con la producción rutinaria de los datos AMDAR y su disponibilidad en el SMT. Arabia Saudí ha terminado de evaluar un programa piloto y ha empezado a intercambiar datos de alta calidad a través del SMT desde una flota inicial de 29 aeronaves MD90. Canadá ha desarrollado un programa exhaustivo basado en el sistema E-AMDAR pero con importantes diferencias, y se espera que los datos de las nuevas aeronaves estén disponibles en el SMT en el futuro cercano. Canadá también está llevando a cabo nuevos descubrimientos con el desarrollo de maneras alternativas y no convencionales de aplicar la AMDAR en zonas remotas con escasez de datos del país.

En Asia, Japón ha creado un exitoso programa operativo de prueba de la AMDAR en colaboración con tres líneas aéreas nacionales y de larga distancia. La Agencia Meteorológica de Japón, que difunde unas 10 000 observaciones al día a través del SMT, ha realizado pruebas de evaluación del efecto de los datos. China está desarrollando un programa de la AMDAR y está realizando un pequeño número de observaciones como parte de un programa piloto. Los datos se están evaluando y se utilizan de manera operativa de modo limitado. La República de Corea ha progresado en el desarrollo de su programa de la AMDAR en colaboración con su línea aérea internacional y ha recibido los primeros datos AMDAR de prueba durante 2003.

Hungría, Polonia, Rumanía, la Federación Rusa y Ucrania han expresado su interés en desarrollar programas nacionales de la AMDAR, al igual que Austria, España, Irlanda, Islandia, Italia, Portugal y Suiza. También han expresado interés en las actividades de la AMDAR países de América del Sur, incluido Brasil, mientras que Chile y Argentina han desarrollado programas de manera activa, y en Oriente Medio, Egipto, Omán, la República Islámica de Irán y los Emiratos Árabes Unidos, que está desarrollando un programa en la actualidad. Es probable que India y Pakistán empiecen a desarrollar programas con observaciones dirigidas a partir de aeronaves visitantes equipadas con AMDAR. El Grupo también ha establecido contactos con Marruecos para ayudar a desarrollar un programa de la AMDAR.

Programa de observaciones dirigidas de la AMDAR

Tiene especial importancia el inicio de un programa de colaboración de observaciones dirigidas de la AMDAR en el grupo de países de la ASECNA en el cen-

tro y el oeste de África, que se aplicará mediante E-AMDAR como resultado de un seminario de mucho éxito realizado por el Grupo de la AMDAR en Dakar (en Senegal) en 2002. Se espera que E-AMDAR ofrezca datos controlados de aeronaves de tres líneas aéreas que operan en la región a costes marginales para la ASECNA. Dichos datos se suministrarán también a dos países de la región que no son miembros de la ASECNA: Ghana y Nigeria. E-AMDAR ofrece datos AMDAR en un pequeño programa dirigido de demostración en la región caribeña con datos controlados remotamente por *Météo-France*. Con la finalización de un paquete financiero y de nuevos elementos de control de datos en su sistema de adquisición de datos, E-AMDAR tiene ahora la infraestructura necesaria para ofrecer servicios dirigidos de programa similares en cualquier parte del mundo.

Sensores de humedad y de vapor de agua

Hace mucha falta un sensor de humedad y de vapor de agua fiable y de gran calidad que permita a los sistemas de la AMDAR tener las mismas capacidades que un sistema de radiosonda. Cinco sensores de ese tipo están en distintas etapas de desarrollo en Alemania, la Federación Rusa, el Reino Unido y los EE.UU. Se espera que la disponibilidad de sensores operativos de humedad y de vapor de agua, bien de manera independiente, bien como parte del paquete de sensores de la AMDAR a bordo de las aeronaves, constituya un hito importante en las observaciones de aire en altura al menos hasta los niveles de crucero de las aeronaves comerciales. Se espera que los SMN acojan con gran satisfacción este desarrollo, ya que se estima que los costes de los datos AMDAR comparados con los datos de radiosondas están en una relación de 1 a 100. Mientras tanto, sigue en los EE.UU. el desarrollo y las pruebas de sensores de engelamiento, con una prueba de informes y de

evaluación operativa en marcha. Canadá también está planeando realizar su propio programa de evaluación de engelamiento.

Evaluación del efecto de los datos AMDAR

El trabajo de evaluación sigue para determinar mejor el efecto de los datos AMDAR sobre los productos de la predicción numérica del tiempo (PNT) y los servicios rutinarios de la predicción operativa. Es interesante el trabajo para relacionar las predicciones mejoradas con beneficios concretos para los receptores y usuarios de dichas predicciones. Ya se ha terminado una serie de estudios que demuestra que los datos AMDAR tienen un importante efecto positivo sobre la PNT y sobre la predicción operativa.

Conclusión

En sus seis años de existencia, el Programa de la AMDAR se ha convertido en una componente importante del SMO de la VMM facilitando a los usuarios observaciones de aire en altura rentables, de alta calidad y oportunas que son especialmente importantes en zonas del mundo en las que las redes de radiosondas son deficientes. El interés que muestran en la aplicación de los programas de la AMDAR un número creciente de SMN en todas las Regiones de la OMM es una evolución favorable. El Decimocuarto Congreso Meteorológico Mundial de 2003 afirmó que la AMDAR había demostrado ser una fuente muy rentable de datos que responde a las necesidades de los programas de la OMM y que aporta beneficios a los usuarios finales. Una mayor ampliación de los programas de la AMDAR por todo el mundo y la esperada disponibilidad de sensores operativos de humedad y de engelamiento a bordo de aeronaves comerciales en los próximos años significará que la AMDAR supondrá una contribución cada vez más importante a la componente de aire en altura del SMO de la VMM.

Formación profesional en el campo de la meteorología aeronáutica

Base de la formación profesional en meteorología aeronáutica

Durante la última década, el Congreso, el Consejo Ejecutivo y la Comisión de Meteorología Aeronáutica (CMAe) dieron todos la máxima prioridad a la formación profesional al aplicar el Programa de Meteorología Aeronáutica (PMAe). En la duodécima reunión de

la CMAe, celebrada en 2002, se creó un Grupo Abierto de Área de Programa (GAAP) sobre la Formación Profesional, el Medio Ambiente y los Adelantos en Meteorología Aeronáutica (TREND) que incluía en sus términos de referencia apoyar a los Miembros en su camino para mejorar la preparación del personal meteorológico. Esto se está logrando por medio de la ayuda para