

## Los enlaces fijos por satélite ofrecen una mayor disponibilidad operacional que los enlaces terrestres convencionales

*España está mejorando su sistema de distribución de datos radar utilizando los enlaces fijos por satélite para conectar los emplazamientos radar remotos con las dependencias ATC, y diversos otros países también están utilizando estos enlaces como enlace primario o único para la transmisión de datos radar.*

**DAVID DíEZ**

DIRECCIÓN GENERAL DE AVIACIÓN CIVIL  
(ESPAÑA)

EL SERVICIO radar suministrado a las aeronaves por los controladores de tránsito aéreo depende altamente de la calidad y disponibilidad de los enlaces utilizados para la transmisión de los datos radar desde las estaciones radar a las dependencias de control de tránsito aéreo (ATC) correspondientes.

La pérdida de datos debida a la poca calidad de las líneas genera una carga extra para el controlador de tránsito aéreo, reduciendo el número máximo de aeronaves que éste puede controlar simultáneamente, y por tanto, reduciendo la capacidad del ATC. La pérdida de datos también genera una sensación de inseguridad y una falta de confianza en el sistema de control de tránsito aéreo, tanto en los pilotos como en los controladores.

Las líneas terrestres tienen también el inconveniente de que pueden ser fácilmente cortadas por accidentes, sabotaje, robo de cable, incendios, inundaciones, y otras catástrofes. Los cortes de línea pueden poner en peligro la seguridad de las aeronaves afectadas y reducir considerablemente la capacidad ATC. Los enlaces de microondas no se dañan tan fácilmente, pero son por lo general caros y difi-

ciles de implantar, requiriendo repetidores cada 20 ó 30 millas.

Al objeto de suministrar el nivel de redundancia requerido por los servicios radar, debería haber continuamente disponibles dos enlaces de datos de tipo diferente (con diferentes encaminamientos) entre las estaciones radar y su dependencia ATC correspondiente.

### Transmisión de datos radar vía satélite

Los enlaces fijos por satélite aportan un alto nivel de calidad y un enlace alternativo que puede utilizarse como reserva del enlace terrestre actual.

La calidad de los enlaces fijos por satélite es muy buena, siendo la proporción media de errores en los bits (BER), con cielo despejado, del orden de 1/1 000 000 000.

La disponibilidad operacional de un enlace fijo por satélite es muy alta, normalmente bien superior a la de los enlaces terrestres en la mayoría de los países. Varios Estados (Italia, Australia, México, etc.) ya están utilizando enlaces fijos por satélite como enlace primario o único para la transmisión de datos radar.

### Compartición de datos radar vía satélite

Un enlace fijo por satélite puede utilizarse como enlace punto a multipunto, y por tanto, resulta fácil y barato compartir datos radar cuando se utiliza un enlace fijo por satélite para transmitir datos radar desde una estación radar

remota a un centro de control de área (ACC). Esto evita los costes de implantación y utilización de redes radar que pueden necesitar protocolos extras, los cuales originan a su vez demoras y añaden encabezamientos innecesarios.

Los suministradores de segmento espacial cobran solo los enlaces ascendentes, y por tanto, tiene el mismo coste (con respecto al alquiler del segmento espacial) enviar datos radar a un sólo ACC que enviar los mismos datos radar a muchos centros. Por supuesto, todos los usuarios deberán estar dentro de la cobertura del mismo haz satélite.

El único coste extra necesario para compartir datos radar es el asociado con la instalación, relativamente barata (aproximadamente \$100 000 EUA), de la estación terrena de tierra (sólo receptora) que necesita el nuevo ACC para recibir los datos radar.

La mayoría de los Estados contiguos, dentro de la cobertura de un mismo haz satélite, podrían beneficiarse entre sí compartiendo datos radar.

La compartición de datos radar vía satélite podría contribuir a optimizar el suministro y utilización de la función de vigilancia radar en la Región Europa, objetivo de la estrategia adoptada en 1990 por los ministros de Transportes de los países de la Conferencia Europea de Aviación Civil (CEAC).

Una dependencia central de organización de la afluencia (CFMU) podría también benefi-

### El sistema Hispasat

El sistema español de satélites multifuncionales de comunicaciones comprende dos satélites (Hispasat 1A e Hispasat 1B) y una estación terrena de control.

Los satélites, que tienen una masa de 2 150 kilogramos cada uno, se lanzaron utilizando dos cohetes Ariane 4 y están actualmente en una órbita geoestacionaria a una altura de 35 860 kilómetros directamente encima del Ecuador, entre 30° y 31° Oeste.

Cada satélite tiene tres tipos diferentes de carga útil, incluyendo el servicio fijo, que es el utilizado para la transmisión de los datos radar. El servicio fijo ofrece 16 transpondedores operacionales (8 por satélite) con diferentes anchuras de banda. Ocho de los trans-

pondedores funcionan en 36 megahertzios (MHz), dos a 46 MHz, dos a 54 MHz y cuatro a 72 MHz. La potencia isotrópica radiada equivalente (PIRE) es superior a 50 decibelios por encima de un vatio (dBW) sobre el territorio nacional y algunas partes de Europa.

A fin de satisfacer los requisitos del servicio fijo, Hispasat ha instalado 12 canales y 12 amplificadores de alta potencia en cada satélite. De esta forma se cuenta con un máximo de ocho canales activos y cuatro canales de reserva.

La carga útil del servicio fijo de cada satélite comprende un subsistema de antena de reflector (1,2 metros de diámetro) alimentado por una bocina guía ondas y capaz de producir dos haces estrechos, uno para iluminar la península Ibérica y otro para iluminar las islas Canarias.

ciarse, al poder recibir directamente datos radar en tiempo real, de todas las estaciones radar en una región determinada y utilizarlos para propósitos tácticos.

Actualmente se utiliza, como mínimo, una línea terrestre por estación radar para transmitir señales de control desde un ACC. Un solo enlace por satélite punto a multipunto, que sería recibido por todas las estaciones radar, permitiría liberar todas las líneas terrestres actualmente utilizadas para telecontrol, con lo que se reducirían los costes significativamente.

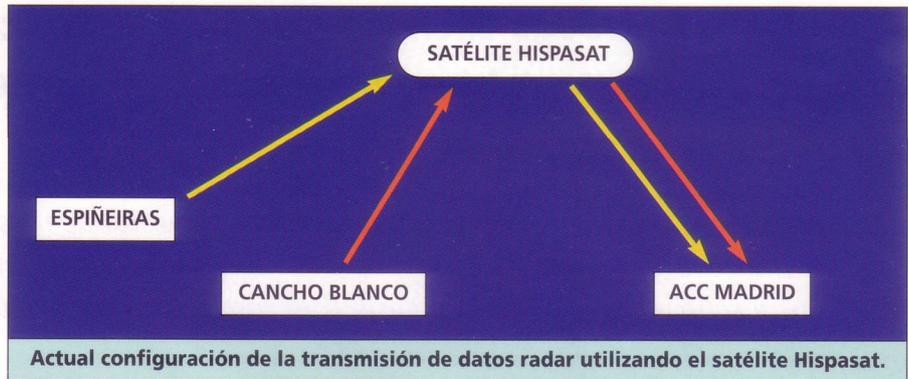
**Programa de implantación en España**

Aeropuertos Españoles y Navegación Aérea (AENA), órgano gubernamental encargado de los aeropuertos y de las instalaciones y servicios de navegación aérea, está mejorando su sistema de distribución de datos radar mediante la utilización de enlaces fijos por satélite, para enlazar sus emplazamientos remotos radar con las dependencias ATC al objeto de:

- mejorar la calidad, fiabilidad y flexibilidad de la transmisión de datos radar;
- establecer un enlace alternativo, al objeto de conseguir el nivel requerido de redundancia que permita garantizar la continuidad del servicio radar;
- disponer de un eficiente enlace para telecontrol con una buena relación coste/beneficio;
- permitir la compartición de datos radar de manera fácil y flexible, a bajo coste; y
- aumentar la capacidad del ATC.

En la primera fase del programa de mejora actualmente en curso, dos estaciones radar remotas, una en Cancho Blanco y otra en Espiñeiras, se conectarán al ACC Madrid vía el sistema español de satélites multifuncionales de comunicaciones (Hispasat). La arquitectura permitirá la compartición de datos radar con el ACC Sevilla y con cualquier ACC contiguo que desee recibir esos datos.

Habrán sólo dos enlaces ascendentes de un solo canal por portadora (SCPC), que transmitirán a 9 600 bits por segundo (BPS) cada uno, uno desde Cancho Blanco y el otro desde Espiñeiras, multiplexando, cada uno, dos canales de



datos radar de usuario a 2 400 BPS y un canal de control de calidad de enlace a 2 400 BPS utilizado para controlar la proporción de errores en los bits. En la técnica SCPC, se subdivide la anchura de banda del transpondedor de modo que cada canal de señal de banda de base ocupe un intervalo definido y tenga su propia portadora.

Cada estación terrena de tierra (utilizada únicamente para transmitir) estará integrada por los siguientes componentes: una antena parabólica de 1,8 metros de diámetro; una unidad transmisora incluyendo dos convertidores de frecuencia ascendente y dos amplificadores de estado sólido; un generador del código de control de la proporción de errores en los bits; dos multiplexores que recibirán como entrada los dos canales de datos radar de usuario (cada uno a 2 400 bits por segundo) y el código de control de la proporción de errores en los bits; dos modems; y una unidad de telecontrol y supervisión que controla la unidad transmisora vía la red telefónica pública con conmutación. El segundo convertidor de frecuencia, el amplificador, el multiplexor y el modem proporcionan la redundancia necesaria.

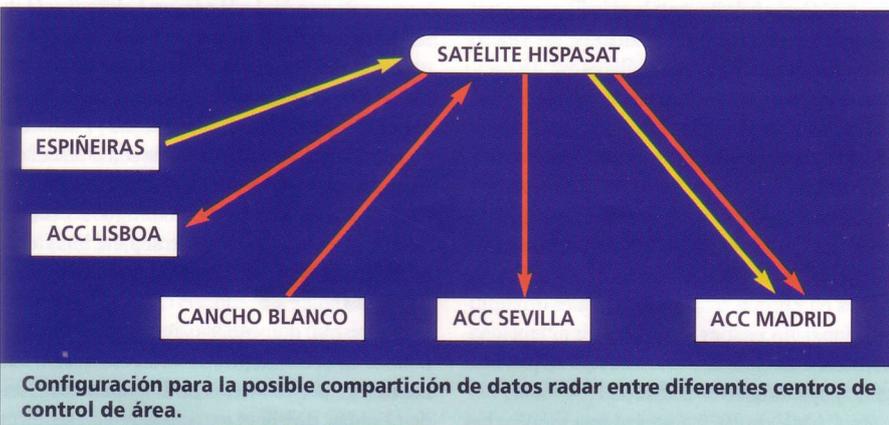
La estación receptora terrena de tierra del ACC Madrid estará integrada por los siguientes componentes: una antena parabólica de 2,4 metros de diámetro; dos unidades receptoras incluyendo dos amplificadores de bajo ruido y dos convertidores de frecuencia descendente; cuatro de-multiplexores; tres modems; dos

monitores de la proporción de errores en los bits; dos conmutadores automáticos de enlace por satélite a enlace terrestre; y una unidad de telecontrol y supervisión que controla la unidad receptora vía la red telefónica pública con conmutación. Se proporciona redundancia mediante el amplificador y el convertidor de frecuencia adicionales, dos multiplexores y un modem.

Los enlaces terrestres actuales seguirán utilizándose. Los datos radar se transmitirán simultáneamente a través del enlace primario por satélite y del enlace terrestre de reserva. La proporción de errores en los bits del enlace por satélite se verificará continuamente en tiempo real, y en el caso de que alcance un valor predefinido, un conmutador activará automáticamente el enlace terrestre de comunicaciones para garantizar que sólo se utilicen para fines de control de tránsito aéreo los datos radar recibidos a través del enlace de reserva. El conmutador volverá a conmutar automáticamente al enlace por satélite, una vez se haya restablecido su integridad.

La PTT española telefónica, que es signataria de Hispasat, ha suministrado los equipos, el segmento espacial a un coste de 140 000 pesetas (\$1 050 EUA) al mes, y el mantenimiento por dos años, por un coste total de 108 000 000 de pesetas (\$812 030).

AENA está realizando también un estudio preliminar relativo a la viabilidad de utilizar el sistema Hispasat para mejorar las comunicaciones de voz y de datos en las islas Canarias. La técnica de acceso que habrá de utilizarse será probablemente el acceso múltiple por distribución en el tiempo (TDMA) o el acceso múltiple con asignación por demanda (DAMA), que permitirán el enlace de los radares remotos, los emplazamientos para comunicaciones en muy altas frecuencias (VHF) y las dependencias de los servicios de tránsito aéreo (ATS) con el ACC Las Palmas, de forma fiable y con una buena relación coste-eficacia. □



David Díez Fernández es analista de sistemas en la Subdirección general de instalaciones y mantenimiento de la Dirección General de Aviación Civil de España. El Sr. Díez fue miembro del Comité especial sobre sistemas de navegación aérea del futuro (FANS Fase II) de la OACI.