



NOTA DE ESTUDIO

DUODÉCIMA CONFERENCIA DE NAVEGACIÓN AÉREA

Montreal, 19 - 30 de noviembre de 2012

Cuestión 5 del

orden del día: **Trayectorias de vuelo eficientes mediante operaciones basadas en la trayectoria**

5.2: Mejor sincronización del tránsito aéreo mediante operaciones basadas en trayectorias (TBO) 4D

OPERACIONES DE TRAYECTORIA 4D EN SESAR

(Nota presentada por la Presidencia de la Unión Europea en representación de la Unión Europea y sus Estados miembros¹; por otros Estados miembros de la Conferencia europea de aviación civil²; y por los Estados miembros de EUROCONTROL)

RESUMEN

Esta nota ofrece una introducción de alto nivel al concepto de operaciones de trayectoria 4D, como se describen en el concepto operacional de ATM mundial de la OACI. Este concepto se desarrolla más a fondo en SESAR incluyendo los requisitos específicos de las operaciones 4D inicial (I-4D) que ya se demuestran en Europa como parte de programa SESAR.

Medidas propuestas a la Conferencia: Se invita a la Conferencia a convenir en la recomendación contenida en el párrafo 7.

1. INTRODUCCIÓN

1.1 La trayectoria tetradimensional (4D) o trayectoria negociada/de misión es un concepto clave del futuro sistema de gestión del tránsito aéreo (ATM) que está desarrollando el Programa de investigación ATM en el marco del cielo único europeo (SESAR) alineado con las necesidades operacionales expuestas en el Grupo de expertos sobre enlaces de datos operacionales (OPLINKP) de la OACI y compatible con la evolución de las mejoras por bloques del sistema de aviación (ASBU) de la OACI.

1.2 Los usuarios del espacio aéreo convendrán con los proveedores de servicios de navegación aérea (ANSP) y los explotadores de aeropuertos la trayectoria preferida para el vuelo en cuatro dimensiones (tres dimensiones espaciales más tiempo), desde los inicios de la planificación de vuelo hasta el día de las operaciones, en que se toman en cuenta las diversas restricciones del espacio aéreo y la capacidad aeroportuaria.

¹ Austria, Bélgica, Bulgaria, Chipre, República Checa, Dinamarca, Estonia, Finlandia, Francia, Alemania, Grecia, Hungría, Irlanda, Italia, Letonia, Lituania, Luxemburgo, Malta, Países Bajos, Polonia, Portugal, Rumania, Eslovaquia, Eslovenia, España, Suecia y el Reino Unido. Estos 27 Estados son también miembros de la CEAC.

² Albania, Armenia, Azerbaiyán, Bosnia y Herzegovina, Croacia, Georgia, Islandia, Moldova, Mónaco, Montenegro, Noruega, San Marino, Serbia, Suiza, La ex República Yugoslava de Macedonia, Turquía y Ucrania.

1.3 Las trayectorias 4D aportarán importantes beneficios en la eficiencia. Un mejor conocimiento de las trayectorias de las aeronaves en tierra y los sistemas de redes mejorará la seguridad operacional y también la predictibilidad de los vuelos y reducirá la necesidad de intervenciones tácticas. La planificación más eficiente que de esto resulta permitirá una utilización más eficiente de la capacidad disponible, tanto de los aeropuertos como del espacio aéreo en general. Para los usuarios del espacio aéreo, las trayectorias 4D permitirán que las aeronaves, conociendo las restricciones pertinentes, planifiquen y realicen el perfil de vuelo óptimo y logren más puntualidad y eficiencia de vuelo así como menos emisiones.

2. TRAYECTORIAS 4D

2.1 Una vez convenida, la trayectoria 4D (“trayectoria negociada” o BT para la aviación civil y “trayectoria de misión” o MT para los vuelos militares) pasa a ser la referencia según la cual el usuario del espacio aéreo acepta volar y todos los proveedores de servicios aceptan facilitar con sus respectivos servicios, a menos que se cambie debido a intervenciones tácticas o de seguridad operacional.

2.2 A fin de que el concepto de trayectoria tetradimensional funcione correctamente, el sistema ATM depende de que todos los factores tengan una visión uniforme de la trayectoria planeada y de las restricciones que deben tenerse en cuenta. Los sistemas de a bordo y de tierra deben poder intercambiar información sobre la trayectoria³ y ponerla a disposición de la tripulación de vuelo, los controladores y la gestión del equilibrio entre demanda y capacidad de manera que, juntas, puedan manejar mejor la trayectoria del vuelo teniendo en cuenta las restricciones existentes. Por lo tanto, es esencial que la trayectoria propuesta en el sistema de gestión de vuelo (FMS) de la aeronave esté coordinada con los sistemas de procesamiento de datos de vuelo (FDPS) de tierra y los sistemas más amplios de la red.

2.3 Esto supone compartir sistemáticamente las trayectorias de las aeronaves entre todas las partes interesadas en el proceso ATM para asegurar que todos los socios tienen una visión común de un vuelo y tienen acceso en tiempo real a los datos disponibles más actualizados para realizar sus tareas durante el vuelo: desde la preparación hasta las operaciones posteriores al desembarco.

2.4 Es necesaria una estructura para lograr la creación, enmienda y distribución segura y eficiente de la trayectoria negociada/de misión, incluyendo el contenido y calidad de la información, los actores involucrados y los servicios relacionados con el acceso a la información sobre la trayectoria durante todas las fases del vuelo (p. ej., creación, revisión propuesta y procesos de actualización).

2.5 El problema principal para realizar las trayectorias 4D reside en el acuerdo sobre definiciones, procedimientos y metodologías estándar, así como en normas mundiales para el intercambio de información sobre trayectorias 4D. La interconexión de la aeronave y los sistemas de tierra por medio de enlaces de datos es, naturalmente, un elemento clave de este concepto, pero también debe considerarse importante que los sistemas de tierra compartan información sobre la trayectoria con las diversas partes interesadas (ATC, aeropuerto, administrador de la red, etc.). Por consiguiente, la función de los servicios y la infraestructura SWIM en la realización de este concepto también es crítica.⁴

³ Las novedades en materia de comunicación de datos aire-tierra se tratan en el marco de la cuestión 1 del orden del día en la nota AN-Conf/12-WP/37,

⁴ Los servicios y la infraestructura SWIM se tratan en marco de la cuestión 3 del orden del día en la nota AN-Conf/12-WP/43.

3. OPERACIONES 4D INICIALES

3.1 La 4D inicial (I-4D) es un paso importante hacia las operaciones totalmente tetradimensionales. Esto representa el primer paso para dar prioridad a la hora de llegada al aeropuerto y al equilibrio entre demanda y capacidad en ruta, junto con el despliegue de operaciones basadas en la trayectoria inicial mediante el uso de horas de paso controladas (CTO) u hora de llegada controlada (CTA) para mejorar la secuencia del tránsito y la gestión de colas. Esto es compatible con el módulo B1-40 de las ASBU.

3.2 La aplicación de operaciones de trayectoria 4D inicial mejora mediante el uso del plan de vuelo operacional de la línea aérea, que es más detallado que el plan de vuelo ATC y requiere planificación previa y conocimiento previo de la intención del vuelo así como de las restricciones estáticas y dinámicas del sistema ATM en las reservas de espacio aéreo (falta de capacidad, condiciones meteorológicas, etc.)⁵.

3.3 Las operaciones I-4D se concentran principalmente en la última parte de la fase crucero antes del comienzo del descenso y de la fase del descenso, aunque la red y las dependencias ATS (ATSU) ya hayan comenzado a poner en secuencia el tránsito según los puntos en el espacio/tiempo asegurando la afluencia ordenada que facilita el uso de CTO/CTA.

3.4 El contexto de las operaciones I-4D puede resumirse como sigue:

- a) la capacidad para obtener de la aeronave una ventana ETA fiable (ETA min/máx) en un punto recorrido sobre la ruta en curso de la aeronave; y
- b) la capacidad de coordinar una CTO/CTA, dentro de una ventana ETA fiable, con todos los actores interesados (en tierra o a bordo) con el fin de establecer la secuencia/espaciamiento del tránsito en un punto de recorrido específico.

3.5 CTA/CTO se considera uno de los elementos habilitantes para mejorar la predictibilidad y eficiencia de las operaciones ATM capitalizando el uso de la capacidad de a bordo de hora de llegada requerida (RTA) del FMS avanzado. Las capacidades RTA de a bordo actuales fomentan las operaciones de tiempo coordinado y la posibilidad de habilitar operaciones de vuelo más eficientes y la gestión de a bordo de las operaciones.

3.6 Durante el vuelo, las aeronaves equipadas para operaciones I-4D compartirán sus datos de a bordo de la trayectoria de acuerdo con los términos del contrato especificados por el ANSP (p. ej., por medio del “perfil proyectado ampliado” del ADS-C EPP) para alimentar las herramientas de tierra y mejorar con ello la predictibilidad. Las operaciones 4D inicial se limitan a la provisión de una sola restricción de tiempo en un punto específico (CTA/CTO), incluyendo la observación de conformidad de su trayectoria con la restricción asignada.

3.7 Dónde y cuándo es necesario, se pueden asignar restricciones de tiempo únicas (CTO/CTA) a las aeronaves equipadas teniendo en cuenta la ventana de hora estimada calculada a bordo de la aeronave en el punto de referencia especificado por el ATC o la AMAN usando el enlace de datos aire-tierra. Quizá no sea necesario generar y expedir una CTA para cada aeronave que llega a una TMA.

3.8 La información sobre la trayectoria se sincroniza entre todos los centros ATC equipados que participan en la gestión de la trayectoria por medio de servicios e infraestructura SWIM. Esto

⁵ Los futuros problemas de intercambio del plan de vuelo se tratan en el marco de la cuestión 3 del orden del día en la nota AN-Conf/12-WP/44.

habilitará a los centros ATC que participan en la gestión del vuelo para que realicen la planificación pretáctica mediante el uso de sistemas de gestión de llegadas, con lo que negociarán las CTA y CTO.

4. CAPACIDADES DE LAS AERONAVES PARA OPERACIONES DE TRAYECTORIA I-4D

4.1 Las capacidades requeridas de los sistemas de las aeronaves⁶ en apoyo a la gestión de trayectorias I-4D son:

- a) CPDLC: el sistema de la aeronave permitirá la recepción por enlace de datos de autorizaciones de ruta con restricciones de tiempo/velocidad/verticales y transmisión de la correspondiente respuesta operacional:
 - 1) capacidad RTA de apoyo a una RTA a la vez; y
 - 2) tolerancia a la adhesión RTA;
- b) ADS-C: informe EPP (hasta 128 puntos de referencia y puntos de recorrido computados con estimaciones y restricciones de altitud/tiempo/velocidad, parámetros de la aeronave tales como masa y velocidad min/máx) con todos los criterios de envío (periódico, a petición, por evento);
- c) informe ADS-C ETA min/máx en el punto de referencia especificado en la solicitud ATC;
- d) mejoramiento de la gestión de a bordo de la RTA empleando un modelo meteorológico mejorado [que usa más información sobre vientos/temperatura recibida del centro de operaciones de vuelo (FOC)], mejoramiento de la predicción de vientos/temperatura (empleando datos del sensor de a bordo), computación del intervalo ETA min/máx facilitando la asignación más fiable de CTO/CTA, mejoramiento del algoritmo RTA por medio de una gama de velocidades RTA más amplia y tolerancia RTA seleccionable; y
- e) comunicaciones A/G por enlace de datos para el intercambio de datos entre la aeronave y el sistema de tierra, tal como los sistemas mejorados de comunicaciones por satélite y terrestres (p. ej., VDL avanzado).

5. CAPACIDADES DEL SISTEMA DE TIERRA PARA LAS OPERACIONES DE TRAYECTORIA I-4D

5.1 Las capacidades del sistema de tierra para apoyo de la gestión de trayectorias I-4D que deben considerarse son:

- a) ADS-C para apoyo de gestión de contratos y la recepción y uso en tierra de los datos de trayectorias 4D incluyendo ADS-C EPP y ETA min/máx;
- b) recepción y envío de datos del Grupo ADS-C MET vía ATN;

⁶ Las novedades en materia de comunicación de datos aire-tierra se tratan en el marco de la cuestión 1 del orden del día en la nota AN-Conf/12-WP/37.

- c) CPDLC para habilitar la transmisión de revisiones de trayectoria a través de autorizaciones;
- d) CPDLC para apoyo de enlace ascendente y revisión de CTA;
- e) computación de la CTA por el sistema ATM (AMAN) con una precisión de ± 10 segundos, en un punto de regulación del tránsito cercano al punto de referencia de aproximación final (FAF);
- f) herramientas de detección de conflictos que tienen en cuenta la CTA impuesta;
- g) herramientas mejoradas de gestión de llegada, salida y en la superficie (AMAN, DMAN, SMAN);
- h) ATFCM dinámica empleando datos operacionales del plan de vuelo del AOC;
- i) conectividad de red de tierra e intercambio ATC-ATC de información sobre la trayectoria;
- j) comunicaciones A/G por enlace de datos para el intercambio de datos entre la aeronave y el sistema de tierra, tal como los sistemas mejorados de comunicaciones por satélite y terrestres (p. ej., VDL avanzado).

6. NORMALIZACIÓN DE LOS INTERCAMBIOS DE DATOS AIRE-TIERRA

6.1 El WG78 de EUROCAE y SC214 de RTCA elaboran conjuntamente las normas para el ATS avanzado con apoyo de comunicación de datos.

6.2 Se han tenido en cuenta las necesidades operacionales expresadas por SESAR, NEXTGEN y el Grupo de expertos OPLINK de la OACI, en particular los nuevos intercambios de datos aire-tierra requeridos en apoyo de las operaciones I-4D:

- a) mensajes CPDLC en apoyo de la asignación CTO/CTA incluyendo la precisión requerida;
- b) perfil proyectado ampliado (EPP) del ADS-C en apoyo del enlace de datos descendente automático (periódico, por evento o a petición) sobre la trayectoria (1 a 128 puntos de recorrido publicados y/o computados con las correspondientes restricciones y/o estimaciones en las cuatro dimensiones, etc.); y
- c) informe ADS-C ETA min/máx en apoyo del enlace descendente de datos automático de la ETA min/máx sobre el punto de regulación del tránsito indicado en la petición del ATC.

6.3 El WG78 y el SC214 están normalizando varios otros servicios de comunicación de datos, incluyendo D-TAXI (CPDLC) y D-OTIS (FIS).

7. RECOMENDACIONES

7.1 Se invita a la Conferencia a que:

- a) tome nota del contenido de la presente nota de estudio;

- b) recomiende que la OACI inicie la elaboración de los SARPS necesarios en apoyo de las operaciones I-4D para 2018; y
- c) pida a la OACI que organice una revisión multidisciplinaria de los requisitos de las trayectorias 4D para la elaboración de los SARPS y los textos de orientación necesarios en apoyo del concepto de trayectoria 4D total de conformidad con la evolución de los bloques y los módulos de las ASBU.

— FIN —