

UNDÉCIMA CONFERENCIA DE NAVEGACIÓN AÉREA

Montreal, 22 de septiembre - 3 de octubre de 2003

Cuestión 6 del

orden del día: Cuestiones relativas a la navegación aeronáutica

EVALUACIÓN DE LA VIABILIDAD DE OPERACIONES DE APROXIMACIÓN Y ATERRIZAJE DE CATEGORÍA II/III Y DE SUPERFICIE DE AERÓDROMO BASADAS EN GNSS

(Nota presentada por la Secretaría)

RESUMEN

En este documento se presentan los resultados de una evaluación por parte del Grupo de expertos sobre el sistema mundial de navegación por satélite (GNSSP) sobre las labores en curso sobre el GNSS capaz de apoyar las operaciones de aproximación y aterrizaje, así como en la superficie de los aeródromos de Categoría II/III. El documento, elaborado a solicitud de la Comisión de Aeronavegación (ANC) de la OACI, se examinan los problemas asociados con el desarrollo de una capacidad de operar en todo tiempo utilizando el sistema de aumentación basado en tierra (GBAS) GNSS. También se procura prever los plazos de instalación de un GNSS capaz de apoyar operaciones de Categoría II/III y en la superficie. Reconociendo los posibles beneficios del servicio GNSS en apoyo de estas operaciones, en la nota se confirma que la OACI debería continuar las labores de elaboración en este campo.

La medida recomendada a la Conferencia figura en el párrafo 5.

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Los usuarios y proveedores de servicios podrían evitar incurrir en algunos costos y obtener beneficios al contar con un solo sistema que pueda proporcionar guía en todas las fases de vuelo. Especialmente respecto a las operaciones en escasa visibilidad, estos beneficios incluyen la posibilidad de reducir costos de infraestructura y explotación, nuevos procedimientos, requisitos de selección de emplazamiento flexibles y suministro de guía en la superficie de los aeropuertos.

1.2 El sistema de aumentación basado en tierra (GBAS) es el sistema de aumentación GNSS normalizado para apoyar todas las categorías de operaciones de aproximación y aterrizaje de precisión. Varios Estados participan en el desarrollo y adquisición del equipo GBAS para apoyar operaciones de aproximación y aterrizaje de Categoría I. También varios Estados realizan investigación y desarrollo para que estos sistemas puedan evolucionar a efectos de apoyar las operaciones de Categorías II y III y de superficie de aeródromo.

1.3 El nivel de performance obtenido del GBAS depende de la arquitectura elegida para apoyar la operación. Por ejemplo, puede obtenerse mayor precisión o solidez con el uso de frecuencias dobles tanto en tierra como en la aeronave. Esta elección de arquitectura afecta directamente el cronograma posible y el riesgo técnico de una determinada arquitectura.

2. APROXIMACIÓN Y ATERRIZAJE DE PRECISIÓN

2.1 Generalidades

2.1.1 Las actuales normas y métodos recomendados (SARPS) para GBAS proporcionan aumentación a las constelaciones centrales de satélites del GLONASS y GPS y apoyan la aproximación de precisión de Categoría I. El Galileo se añadirá a las constelaciones centrales de satélites y su componente local se normalizará como enmienda de los SARPS sobre GBAS en fecha posterior. En el futuro también podrían incluirse en dichas normas otras fuentes de telemetría, como las basadas en tierra.

2.1.2 Un objetivo del desarrollo de GBAS para apoyar operaciones de Categoría II/III es permitir la evolución de la arquitectura básica de Categoría I a Categoría III minimizando los cambios que han de introducirse a la arquitectura básica. Un requisito es la compatibilidad retroactiva con la aviónica de Categoría I existente.

2.1.3 Otro objetivo fundamental para que el GBAS apoye las aproximaciones de precisión es la “similitud con el ILS”. Aunque esta expresión puede variar enormemente en su significado, implica, en general, que el GBAS debería diseñarse para minimizar el impacto de su introducción en la aeronave, los procedimientos de la tripulación de vuelo, las operaciones, el control de tránsito aéreo, la certificación de aeronaves, la elaboración de cartas, NOTAM, etc. Independientemente de lo bien el GBAS logre este objetivo de transparencia con el ILS, debe también satisfacer las mismas normas de seguridad que este sistema.

2.2 GBAS de Categoría I

2.2.1 Los SARPS de la OACI sobre el GBAS capaz de apoyar operaciones de Categoría I fueron aplicables el 1 de noviembre de 2001 como parte de la Enmienda 76 del Anexo 10. En noviembre de 2001, la RTCA completó normas mínimas de performance operacional (MOPS) para varias configuraciones de equipo de a bordo (RTCA/DO-253A). La Organización europea para el equipamiento de la aviación civil (EUROCAE) está actualizando sus MOPS sobre receptores multimodales (MMR) para incluir el GBAS (ED-88). A comienzos de 2003, EUROCAE finalizó el primer aspecto de sus MOPS para equipo terrestre (ED-114).

2.2.2 Aunque no existen actualmente aprobaciones operacionales que utilicen GBAS que cumplan los SARPS, hay un considerable volumen de actividad GBAS en la comunidad aeronáutica. Varios Estados cuentan con prototipos de sistemas GBAS de Categoría I y están obteniendo experiencia en cuanto al emplazamiento y ensayo y uso del sistema. Por lo menos tres fabricantes de equipos terrestres están elaborando sistemas que cumplen con los SARPS. Algunos Estados tienen activos programas de adquisición y por lo menos un Estado prevé instalar algunos sistemas GBAS para apoyar la aproximación y aterrizaje de precisión de Categoría I utilizando GPS con una capacidad inicial prevista para 2006.

2.2.3 Por lo menos tres vendedores de aviónica están desarrollando equipo y por lo menos un vendedor cuenta con un prototipo de MMR que cumple con los SARPS instalado en una aeronave de ensayo. Por lo menos dos fabricantes de aeronaves están integrando equipo a sus aviones en producción. Varios Estados trabajan en actividades de certificación técnica. Por lo menos dos explotadores de aeronaves cuentan con un programa para integrar dicho equipo en sus flotas.

2.3 GBAS de Categoría II/III

2.3.1 La elaboración de SARPS para GBAS en apoyo de operaciones de aproximación y aterrizaje de Categoría II/III está en camino. La elaboración de los requisitos de alto nivel avanza. Se prevé que los SARPS queden completados alrededor de 2008. Los aspectos principales de la evolución de los sistemas de Categoría I a Categoría III se describen a continuación.

Elaboración de requisitos de performance

2.3.2 Los requisitos de performance de señal en el espacio de GNSS para la Categoría I se definen en el Anexo 10, Volumen I, Capítulo 3, 3.7.2.4. Los requisitos son precisión, integridad (incluyendo los límites de tiempo a alerta y alerta), continuidad y disponibilidad. Estos requisitos se ampliarán para incluir la performance de Categoría II/III.

2.3.3 EUROCAE y RTCA están desarrollando conjuntamente requisitos para la Categoría II/III. Las actividades anteriores se concentraron en obtener requisitos de alto nivel para las características de error del sistema de navegación utilizando las normas sobre ILS del Anexo 10 y requisitos MOPS de a bordo EUROCAE/RTCA.

2.3.4 No obstante, hay indicios de que este tipo de derivación de los requisitos puede ser demasiado restrictivo debido a las diferentes características de error del ILS y GBAS. Análisis de dos fabricantes de aeronave indican que la calidad y precisión de la guía proporcionada por GBAS de Categoría I puede ser suficiente para realizar aterrizajes con piloto automático para las aeronaves de categoría de transporte. Como resultado, EUROCAE, RTCA y GNSSP también consideran nuevos métodos de obtener los requisitos detallados para el sistema de navegación, que le permitan alcanzar los mismos niveles de riesgo de integridad y continuidad especificados para el ILS. Si estas metodologías de alternativa pueden alcanzar madurez y ser validadas, quizá sea necesario introducir menos cambios para ampliar las arquitecturas de Categoría I que cumplan con los SARPS a efectos de apoyar las operaciones de Categoría II/III. Dependiendo de los requisitos de performance definitivos, podría ser necesario contar con una segunda frecuencia civil protegida para efectuar operaciones de Categoría II/III con una continuidad de performance suficiente. Es posible que se necesiten beneficios en materia de performance que pueden obtenerse utilizando información de satélite con frecuencia doble, tales como la mejora en la eliminación de errores ionosféricos, para lograr los niveles de exactitud e integridad requeridos para las operaciones de Categoría III.

Integridad de la señal en el espacio

2.3.5 La determinación de que el subsistema terrestre GBAS cumpla con los requisitos de integridad de la señal en el espacio es un desafío considerable. La misma metodología utilizada para diseñar el GBAS y demostrar su cumplimiento con los requisitos de Categoría I se está aplicando a los más exigentes requisitos de Categoría II/III. Dado que los requisitos de riesgo de integridad y de tiempo a alerta son más exigentes, es probable que haya cambios en el diseño. Se están realizando esfuerzos para examinar las extensiones de los monitores diseñados para apoyar la Categoría I e identificar otras ramificaciones de los diseños de sistema terrestre existentes.

Continuidad

2.3.6 Para el ILS, el requisito de continuidad de la señal en el espacio para apoyar la Categoría III es un factor cuatro veces más exigente que el de la Categoría I. Algunos expertos consideran que ésta es una diferencia de difícil manejo si se aplica al GBAS porque los efectos de la geometría de la constelación de satélites y las características de salida de servicio de los satélites pasan a ser un factor más importante en la satisfacción del requisito más exigente. Las salidas de servicio de continuidad provocadas por la geometría de los satélites o sus fallas pueden minimizarse utilizando fuentes adicionales de telemetría.

2.3.7 Un factor identificado en RTCA como zona de riesgo para lograr la continuidad requerida

para operaciones de Categoría III es una posible degradación de la performance debida a los multitrayectos terrestres cuando la aeronave está muy cerca del suelo o sobre éste y disminuyendo su velocidad. Esto puede ser importante para los sistemas basados en códigos que están actualmente bajo investigación. La transición al uso de medidas basadas en la portadora se está investigando para ver si se puede mitigar este deterioro.

2.3.8 La cobertura de la radiodifusión de datos en VHF (VDB) para aeronaves en la pista es otra preocupación para las operaciones en Categoría III. Pueden emplazarse VDB múltiples en torno del aeropuerto para proporcionar a los receptores de las aeronaves señales útiles; no obstante, hay aspectos operacionales que deben tratarse aún respecto de esta solución.

Disponibilidad de servicio

2.3.9 Se están realizando estudios para comprender qué niveles de disponibilidad pueden lograrse para las diversas opciones de arquitectura (como las constelaciones centrales de satélite utilizadas y la utilización de mediciones de frecuencia simple o doble) así como para las diferencias hipótesis sobre los requisitos de performance. Existen dos objetivos en la selección de la arquitectura y los requisitos de performance: maximizar la disponibilidad y minimizar la complejidad y el costo manteniendo al menos el nivel de seguridad actual.

2.3.10 Si los requisitos de Categoría II/III pueden cumplirse con una sola frecuencia, podría utilizarse una segunda frecuencia para proporcionar un servicio redundante en el caso que no se disponga de la segunda frecuencia; por ejemplo, debido a la interferencia. Se prevé que se contará con Galileo con frecuencias múltiples alrededor de 2008. Se prevé que se dispondrá de una segunda frecuencia para GPS para aplicaciones relacionadas con la seguridad de las vidas humanas alrededor de 2015.

2.3.11 Las fuentes de telemetría basadas en tierra, también conocidas como pseudólites en aeropuerto o APL, fueron propuestas para alguna arquitectura de Categoría II/III como alternativa al creciente número de satélites a efectos de mejorar la disponibilidad total del servicio. RTCA elaboró una especificación preliminar de señal APL en 1998, que se ha mantenido en sus subsiguientes actualizaciones en el documento sobre control de interfaz de la señal en el espacio (RTCA DO-246B). Desde esa fecha, algunos Estados han avanzado en el desarrollo de APL y participan en actividades de construcción de prototipos y realización de ensayos en vuelo.

2.3.12 Aunque la madurez técnica de los APL avanza, permanecen ciertas preocupaciones con respecto al emplazamiento en el aeropuerto, vigilancia de la integridad para la señal telemétrica del pseudólite y compatibilidad con receptores GNSS de a bordo no participantes. Algunos expertos expresan reservas con respecto a la continuación del desarrollo de APL considerando la continua ampliación y adiciones a las constelaciones centrales de satélite. El uso de múltiples constelaciones centrales de satélite, como el GPS y Galileo, puede obviar la necesidad de APL en algunas zonas. En última instancia, la necesidad de APL depende de la necesidad de sistemas GBAS de alta disponibilidad y de las deficiencias en la geometría de los satélites en los aeropuertos determinados en que se implante el GBAS.

Aspectos de soporte lógico

2.3.13 El soporte lógico de un sistema GBAS es mayor y, en algunos casos, apoya funciones más críticas que el soporte lógico de las radioayudas para la navegación terrestres. Esto, por sí mismo, constituye motivo de preocupación para algunos expertos. El desarrollo de soporte lógico se hace más complejo y requiere más tiempo a medida que aumenta el nivel de criticidad. Aun si la calidad de guía de un sistema diseñado para apoyar operaciones de Categoría I puede apoyar un aterrizaje de Categoría III, el nivel de soporte lógico tendría que ser conmensurable con la mayor criticidad de las operaciones de Categoría III.

3. OPERACIONES DE SUPERFICIE

3.1 En 1998, la RTCA concluyó que las arquitecturas de SBAS y GBAS tienen utilidad en cuanto a proporcionar guía y vigilancia para operaciones en superficie. En Europa, Japón y los Estados Unidos se están realizando trabajos de desarrollo y demostración. Las actividades comprenden servicio para aeronaves y vehículos de aeropuerto e incluyen arquitecturas de GNSS diferencial que van más allá de las incluidas actualmente en los SARPS. Las actividades actuales en RTCA tienen por objeto identificar la forma en que el actual equipo GBAS puede apoyar aplicaciones de superficie, en particular el conocimiento de la situación.

3.2 Los estudios actuales de la OACI se concentran en la aplicación de GNSS como sensor de posición en apoyo del sistema avanzado de guía y control del movimiento en la superficie (A-SMGCS).

4. CONCLUSIÓN

4.1 Algunos expertos en GNSS estiman que, hacia el año 2015, cuando se encuentren en servicio múltiples sistemas básicos de satélite, plenamente equipados, y con frecuencias múltiples, se podrá disponer de GBAS que apoyen a las operaciones de Categoría II/III y de superficie. Algunos expertos en GNSS estiman que se podría contar con ese servicio ya en 2010, dependiendo de la arquitectura GBAS seleccionada y de los requisitos en materia de performance, tales como la disponibilidad.

4.2 El resultado final de la elaboración de los requisitos de performance y las normas determinará en gran medida la complejidad de la futura arquitectura GBAS que pueda apoyar operaciones de aproximación y aterrizaje de Categoría II/III y la fecha en que estará disponible en general. Aunque la complejidad definitiva de la futura arquitectura GBAS no se conoce todavía, los posibles beneficios descritos en el párrafo 1.1 anterior justifican la continuación de las labores destinadas a resolver los asuntos técnicos y operacionales correspondientes. Se están realizando evaluaciones para determinar las aplicaciones de superficie que GBAS puede apoyar.

4.3 Se llevaron a cabo evaluaciones para determinar las aplicaciones en superficie a las que el GBAS puede dar apoyo.

5. MEDIDA RECOMENDADA A LA CONFERENCIA

5.1 Se invita a la Conferencia a tener presentes las conclusiones de esta nota de estudio respecto a la elaboración de las propuestas de enmienda a la estrategia de la OACI para la introducción y aplicación de ayudas no visuales para la aproximación y el aterrizaje (Anexo 10 — *Telecomunicaciones aeronáuticas*, Volumen I — *Radioayudas para la navegación*, Adjunto B) y del *Plan mundial de navegación aérea para los sistemas CNS/ATM* (Doc 9750).

— FIN —