

**NOTA DE ESTUDIO****DUODÉCIMA CONFERENCIA DE NAVEGACIÓN AÉREA****Montreal, 19 - 30 de noviembre de 2012****Cuestión 6 del****orden del día: Dirección futura****6.1: Planes y metodologías de implantación****CUESTIONES RELATIVAS A LA IMPLANTACIÓN DEL SISTEMA MUNDIAL
DE NAVEGACIÓN POR SATÉLITE (GNSS)**

(Nota presentada por la Secretaría)

RESUMEN

En esta nota de estudio se analizan dos cuestiones relativas a la implantación del sistema mundial de navegación por satélite (GNSS):

- a) las señales GNSS son vulnerables a fuentes de interferencia intencional y no intencional y a otros efectos. En la nota se sugieren medidas para reducir la probabilidad de que los servicios basados en GNSS se vean interrumpidos y para mitigar las consecuencias que para las operaciones de aeronave tiene la pérdida temporal de las señales GNSS; y
- b) nuevas y mejores constelaciones básicas de GNSS ofrecen la posibilidad de aumentar los beneficios de dicho sistema. En la nota se analizan las posibles ventajas y retos de implantación de un entorno GNSS de constelaciones múltiples y frecuencias múltiples.

Medidas propuestas a la Conferencia: Se invita a la Conferencia a convenir en las recomendaciones que figuran en esta nota de estudio.

<i>Objetivos estratégicos:</i>	Esta nota de estudio se relaciona con los Objetivos estratégicos – <i>Seguridad operacional y Protección del medio ambiente y desarrollo sostenible del transporte aéreo</i>
<i>Repercusiones financieras:</i>	Los beneficios de implantar un sistema mundial de navegación por satélite con constelaciones múltiples y frecuencias múltiples serán considerables para la performance de navegación. Las repercusiones financieras se relacionarían principalmente con la necesidad de nuevos equipos de aviónica. La no mitigación efectiva de la vulnerabilidad del GNSS impediría la realización plena de las posibles ventajas de seguridad operacional y eficiencia de los servicios basados en el GNSS. Las repercusiones financieras de la aplicación de medidas de mitigación serían mínimas para todos los interesados, excepto por la aplicación de un sistema alternativo de posición, navegación y temporización (APNT) (2.5.2), cuyo impacto en cuanto a los costos podría ser considerable si se requiere la introducción de nueva tecnología.

<i>Referencias:</i>	Anexo 10 — <i>Telecomunicaciones aeronáuticas</i> , Volumen I — <i>Radioayudas para la navegación</i> <i>Manual sobre el sistema mundial de navegación por satélite (GNSS)</i> (Doc 9849)
---------------------	--

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Durante los últimos decenios, ha tenido lugar en todo el mundo la implantación gradual del sistema mundial de navegación por satélite (GNSS). Actualmente, el GNSS es una piedra angular de la infraestructura de comunicaciones, navegación y vigilancia (CNS) y constituye la base para la introducción de la navegación basada en la performance (PBN). En esta nota se analizan dos cuestiones que han surgido en el transcurso de la implantación de GNSS, a saber: la vulnerabilidad intrínseca de las señales GNSS y los retos relacionados con la consecución de las ventajas que surgen de la disponibilidad de múltiples constelaciones GNSS.

2. MITIGACIÓN DE LAS VULNERABILIDADES DEL GNSS

2.1 Antecedentes

2.1.1 La muy baja potencia de las señales GNSS recibidas de los satélites hacen que el sistema sea vulnerable a interferencias y otros efectos que tienen el potencial de afectar a múltiples aeronaves sobre una amplia área. Hasta la fecha, no se han identificado vulnerabilidades que comprometan el uso final del GNSS como sistema mundial para todas las fases de vuelo. No obstante, los Estados y sus proveedores de servicios de navegación aérea (ANSP) deberían aplicar estrategias de mitigación para reducir la probabilidad de interrupciones del servicio basado en GNSS.

2.2 Fuentes de vulnerabilidades del GNSS

2.2.1 Las fuentes de vulnerabilidades del GNSS pueden categorizarse como sigue:

- a) interferencia no intencional;
- b) interferencia intencional;
- c) efectos de la ionosfera y de la actividad solar (condiciones meteorológicas espaciales); y
- d) otras fuentes.

2.2.2 Estas fuentes se analizan brevemente a continuación. En el Apéndice A figura información adicional.

2.2.3 La interferencia no intencional con las señales GNSS puede surgir de varias fuentes que funcionan en las mismas bandas que el GNSS o en otras bandas. Una lista no completa incluiría las comunicaciones en VHF móviles y fijas, las señales de televisión, ciertos radares, comunicaciones móviles por satélite, sistemas militares, enlaces en microondas punto a punto, repetidores y pseudolitos GNSS¹ y sistemas a bordo de las aeronaves (tanto aviónica como artefactos de los pasajeros).

¹ Los repetidores y pseudolitos GNSS son sistemas que transmiten señales para complementar la cobertura del GNSS en edificios y otras áreas en las que no pueden recibirse fácilmente las señales GNSS normales.

2.2.4 La interferencia intencional con las señales GNSS (“perturbación deliberada”) hasta ahora se ha dirigido normalmente contra usuarios no aeronáuticos, pero puede afectar también a los usuarios de la aviación. Un ejemplo significativo es la proliferación de artefactos de radiointerferencia de “privacidad personal” para bloquear los sistemas de seguimiento de vehículos, lo que en algunos casos ha perturbado las aplicaciones aeronáuticas. La amenaza de la interferencia intencional podría aumentar a medida que aumenta la dependencia en GNSS en la aviación y otros sectores.

2.2.5 La ionosfera es una región de la alta atmósfera que está parcialmente ionizada por la radiación solar. Las señales del GNSS se retardan en función de la densidad de las partículas ionizadas en la ionosfera, que varía dependiendo de la intensidad de la actividad solar. Deben considerarse dos efectos sobre las señales del GNSS: rápidos y grandes cambios del retardo ionosférico y centelleo (fluctuaciones rápidas de amplitud y fase). Los cambios del retardo ionosférico resultan en errores en la medición de la distancia al satélite que deben tratarse mediante diseño del sistema. El centelleo fuerte puede dar como resultado una pérdida temporaria de una o más señales de satélite.

2.2.6 En general, las condiciones meteorológicas espaciales pueden tener consecuencias directas sobre el GNSS. El tiempo espacial puede definirse como las condiciones existentes en el sol y en el viento solar, magnetosfera, ionosfera y termosfera que pueden influir en la actuación y fiabilidad de los sistemas tecnológicos espaciales y terrestres y pueden poner en peligro la vida humana o la salud de las tripulaciones de vuelo y pasajeros de aviación.

2.2.7 Otras vulnerabilidades del GNSS comprenden aspectos programáticos (incluyendo falta de recursos para mantener una constelación GNSS, falla de lanzamiento o fallas de satélite imprevistas) y posible interrupción o degradación del GNSS durante una situación de emergencia nacional (véase el Artículo 89 del Convenio de Chicago) o con fines de ensayo del sistema.

2.3 Reducción de la probabilidad de interrupciones de la señal del GNSS

2.3.1 Varias medidas pueden tomarse para reducir la probabilidad de interrupciones de la señal de GNSS debidas a las fuentes descritas anteriormente.

2.3.2 La introducción de nuevas constelaciones y frecuencias para el GNSS (véase el párrafo 3 de esta nota) reducirá considerablemente la probabilidad de pérdida de servicio provocada por la interferencia no intencional, en virtud de la diversidad de frecuencias y del creciente número de satélites a la vista. La disponibilidad de frecuencias del GNSS dobles también contribuirá a compensar el efecto de retardo ionosférico. No obstante, continuarán habiendo ciertas consecuencias residuales de la interferencia intencional.

2.3.3 El medio principal para reducir la posibilidad de interferencia tanto intencional como no intencional es la gestión eficaz del espectro. Esto entraña la creación de un marco normativo fuerte que controle la atribución y uso del espectro de modo de asegurar la protección de la frecuencia GNSS. Dicho marco aseguraría que las frecuencias adyacentes, o relacionadas armónicamente, a las bandas GNSS no son utilizadas por sistemas que pueden interferir con los receptores del GNSS, que el uso de repetidores y pseudolitos del GNSS se reglamente cuidadosamente y que se prohíba la adquisición o uso de dispositivos que puedan provocar interferencia intencional. También debería proporcionarse una capacidad para detectar las fuentes de interferencia en apoyo de los programas de cumplimiento.

2.3.4 La Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) es el órgano especializado de las Naciones Unidas responsable de asuntos relativos a las radiocomunicaciones. El Reglamento de la UIT tiene el objetivo, entre otras cosas, de asegurar la disponibilidad y protección con respecto a la interferencia perjudicial de las frecuencias proporcionadas para los servicios que afectan a la seguridad de

la vida y ayudar en la prevención y resolución de casos de interferencia perjudicial entre servicios de radio de diferentes administraciones.

2.3.5 Los procedimientos para la prevención y resolución de casos de interferencia perjudicial se detallan en el Artículo 15 del Reglamento, donde se estipula en particular que “En caso de existir una organización internacional especializada para un servicio determinado, las reclamaciones e informes de irregularidad y de infracción relativos a las interferencias causadas por las estaciones de dicho servicio podrán dirigirse a la citada organización al propio tiempo que a las administraciones competentes”. En consecuencia, los informes de casos de interferencia que afectan el uso aeronáutico del GNSS pueden dirigirse a la OACI, que entonces estaría en condiciones de alertar a la UIT y a los órganos competentes de las Naciones Unidas, con respecto a las consecuencias para la aviación de la interferencia, con miras a facilitar una rápida resolución del problema.

2.4 **Evaluación de riesgos**

2.4.1 Aunque la probabilidad de que se interrumpan las señales del GNSS pueda reducirse considerablemente como se señaló anteriormente, las interrupciones no pueden descartarse por completo y, por consiguiente, los ANSP deben estar dispuestos a enfrentar la posible pérdida de señales de GNSS. Para ello es necesario realizar una evaluación de riesgos que determinará la probabilidad residual de que se produzcan salidas de servicio y las consecuencias de una interrupción del servicio en determinado espacio aéreo.

2.4.2 Esta probabilidad será virtualmente nula en áreas oceánicas y escasamente pobladas y su mayor valor se dará cerca de las grandes aglomeraciones urbanas. La evaluación de las consecuencias considerará este tipo de espacio aéreo, los niveles de tránsito y la disponibilidad de servicios independientes de vigilancia y comunicaciones. La probabilidad de interrupción debida al centelleo dependerá del área geográfica y exigirá una evaluación científica.

2.4.3 Los ANSP deben estar dispuestos a actuar cuando los informes de los pilotos sugieren la existencia de interferencia. Si el análisis concluye que hay interferencia presente, los proveedores ANS deben identificar el área afectada, expedir un NOTAM apropiado, aplicar medidas de mitigación como se describen a continuación y luego ubicar y eliminar la fuente.

2.5 **Estrategias de mitigación**

2.5.1 La interrupción de las señales de GNSS requerirá la aplicación de estrategias de mitigación realistas y eficaces para garantizar la seguridad operacional y regularidad de los servicios aéreos y desalentar a quienes pretenden perturbar las operaciones. Las técnicas de mitigación comprenderán el aprovechamiento de los sistemas inerciales, las ayudas terrestres y el radar, así como procedimientos de control de tránsito aéreo (ATC) y de pilotos.

2.5.2 Varios Estados han determinado la necesidad de una estrategia de posición, navegación y temporización alternativa (APNT), con el objetivo de mantener los servicios de navegación aérea en la máxima medida posible en el caso de una interrupción de las señales del GNSS. Dicha estrategia debería coordinarse con carácter mundial (a este respecto la participación de la OACI sería beneficiosa), ser asequible y poder implantarse en un margen de tiempo relativamente breve. Esto significa aprovechar los sistemas actuales y posteriormente definir una trayectoria de evolución realista. Se prevé que los radiofaros omnidireccionales en VHF (VOR), el equipo radiotelemétrico (DME), el sistema de aterrizaje por instrumentos (ILS) y los sistemas inerciales sean elementos fundamentales, pero podrían necesitarse nuevos desarrollos tecnológicos, teniendo en cuenta todas las aplicaciones apoyadas por el GNSS.

2.5.3 La mitigación por procedimientos también puede resultar eficaz, teniendo en cuenta las características del espacio aéreo, el equipamiento de la flota, la carga de trabajo de pilotos y ATC y normas de separación alternativas.

3. GNSS EN CONSTELACIONES MÚLTIPLES Y FRECUENCIAS MÚLTIPLES

3.1 Antecedentes

3.1.1 Los servicios actuales basados en el GNSS dependen en su mayoría de una única constelación, el Sistema mundial de determinación de la posición (GPS), que proporciona servicios en una frecuencia única. No obstante, otra constelación, el Sistema mundial de navegación por satélite conocido como GLONASS, ya está en funcionamiento y se están introduciendo más sistemas similares (Galileo y BeiDou). Todas las constelaciones funcionarán en última instancia en bandas de frecuencia múltiples. Se prevén novedades similares en el dominio de los sistemas de aumentación de GNSS. En el párrafo 1 del Apéndice B figura información adicional sobre la evolución prevista del GNSS.

3.1.2 En última instancia, el ritmo de la transición hacia GNSS de constelaciones múltiples dependerá del equipamiento de las aeronaves, lo que a su vez dependerá de los estudios económicos de los explotadores de aeronaves, según determinen las ventajas previstas y los costos y retos conexos que han de enfrentarse.

3.2 Ventajas previstas

3.2.1 El uso de señales GNSS de constelaciones múltiples que transmiten en bandas de frecuencias múltiples mejorará la actuación técnica del sistema. Esto ofrece la oportunidad de alcanzar beneficios. Estas ventajas comprenderán una mejor performance de navegación, una probabilidad menor de pérdida de servicio y una cobertura del servicio más amplia.

3.2.2 A continuación se analizan brevemente algunas mejoras técnicas relacionadas con un escenario de GNSS de constelaciones múltiples y frecuencias múltiples. En el párrafo 2 del Apéndice B se proporciona información adicional al respecto.

3.2.3 La actuación del GNSS depende en gran medida del número de satélites a la vista. El GNSS de constelaciones múltiples aumentará considerablemente ese número. Esto a su vez mejorará la disponibilidad y continuidad de los servicios, en particular en las áreas en que el centelleo ionosférico puede provocar pérdida de enganche de fase en satélites individuales. Además, la disponibilidad de más de treinta fuentes de determinación de distancia interoperables apoyará la evolución de los sistemas de aumentación basados en la aeronave (ABAS) que podrían proporcionar aproximaciones con guía vertical en todo el mundo con necesidad mínima, o posiblemente nula, de señales de aumentación externas a largo plazo.

3.2.4 La disponibilidad de una segunda frecuencia permitirá que la aviónica calcule el retardo ionosférico en tiempo real, eliminando efectivamente una importante fuente de errores. Los futuros sistemas de aumentación basados en satélites (SBAS) estarán en condiciones de apoyar una mayor disponibilidad de servicio LPV con mínimos tan bajos como una altura de decisión de 200 ft. También mejorarían la solidez de los sistemas de aumentación basados en tierra (GBAS) y la disponibilidad de performances de Categoría II/III. Además, como se señaló en 2.3.2, la diversificación de frecuencias constituye una medida de mitigación muy eficaz contra la interferencia no intencional, dado que es altamente probable que una fuente de interferencia no intencional pueda afectar simultáneamente a más de una frecuencia GNSS.

3.2.5 La disponibilidad de múltiples constelaciones independientes proporcionará redundancia para mitigar el riesgo de pérdida de servicio debido a una importante falla del sistema dentro de una constelación central y satisfará las preocupaciones de algunos Estados con respecto a depender de una única constelación GNSS fuera de su control operacional.

3.3 Retos

3.3.1 La introducción del GNSS de constelaciones múltiples y frecuencias múltiples entraña varios nuevos retos más allá de los que ya se relacionan con la implantación actual del sistema. Entre dichos retos figuran: la necesidad de que las señales de diferentes constelaciones del GNSS sean interoperables, problemas de responsabilidad jurídica, la función más compleja de los sistemas de aumentación que posiblemente traten con diferentes combinaciones de constelaciones GNSS y la mayor complejidad de la aviónica y el control de integración y operacional de las aeronaves (en particular si diferentes Estados exigen o prohíben el uso de diferentes combinaciones de señales GNSS en sus espacios aéreos respectivos). En el párrafo 3 del Apéndice B de la presente nota se proporciona un análisis más detallado al respecto.

3.3.2 Para obtener los beneficios de las constelaciones múltiples, la OACI, los Estados, los ANSP, los órganos de normalización, fabricantes y explotadores de aeronaves deben coordinar actividades para superar estos retos. El objetivo final es establecer un marco institucional y jurídico que permitiría el uso y restricto de cualquier elemento de GNSS. Hasta ese momento, la OACI y la industria de la aviación deberán desarrollar soluciones pragmáticas para permitir la introducción gradual del GNSS con constelaciones múltiples.

4. CONCLUSIÓN

4.1.1 El análisis presentado en la sección 2 de esta nota subrayó la necesidad de contar con medidas eficaces para reducir en la medida posible la probabilidad de interrupciones de la señal GNSS y mitigar toda perturbación residual. Sobre esta base, se invita a la Conferencia a convenir en las recomendaciones siguientes:

Recomendación 6/x – Asistencia de los Estados para mitigar las vulnerabilidades del sistema mundial de navegación por satélite (GNSS)

Que la Conferencia solicite a la OACI que:

- a) continúe la evaluación técnica de las amenazas conocidas al sistema mundial de navegación por satélite, incluyendo aspectos de las condiciones meteorológicas espaciales y ponga la información a disposición de los Estados;
- b) recopile y publique orientación más detallada para uso de los Estados en la evaluación de las vulnerabilidades del sistema mundial de navegación por satélite;
- c) elabore un mecanismo formal conjuntamente con la Unión Internacional de Telecomunicaciones y otros órganos competentes de las Naciones Unidas para tratar casos específicos de interferencia perjudicial en el sistema mundial de navegación por satélite notificados por los Estados a la OACI; y
- d) evalúe la necesidad y la viabilidad de contar con un sistema de posición, navegación y temporización alternativas.

Recomendación 6/x – Planificación de la mitigación de las vulnerabilidades del sistema mundial de navegación por satélite (GNSS)

Que la Conferencia solicite a los Estados que:

- a) evalúen la probabilidad y las consecuencias de las vulnerabilidades del sistema mundial de navegación por satélite en su espacio aéreo y apliquen, según sea necesario, métodos de mitigación reconocidos y disponibles;
- b) proporcionen una gestión eficaz del espectro y protección de las frecuencias del sistema mundial de navegación por satélite (GNSS) para reducir la probabilidad de interferencia no intencional o degradación de la actuación del GNSS;
- c) notifiquen a la OACI los casos de interferencia perjudicial en el sistema mundial de navegación por satélite que puedan tener consecuencias para las operaciones de la aviación civil internacional;
- d) elaboren y apliquen un fuerte marco normativo que rija el uso de repetidores y pseudolitos del sistema mundial de navegación por satélite y de emisores de señales falsas e inhibidores de frecuencia;
- e) tengan en cuenta la posibilidad de lograr las plenas ventajas de las técnicas de mitigación de a bordo, en particular los sistemas de navegación inercial; y
- f) cuando se determine que se requieren ayudas terrestres como parte de una estrategia de mitigación, den prioridad a la retención del equipo radiotelemétrico (DME) en apoyo de la navegación de área con sistema de navegación inercial (INS)/DME o DME/DME, y del sistema de aterrizaje por instrumentos en pistas seleccionadas.

4.1.2 El análisis de la sección 3 de la presente nota ilustró las considerables ventajas posibles de la evolución actual del GNSS hacia un escenario de constelaciones múltiples y frecuencias múltiples. También se aclaró que deben superarse varios desafíos a efectos de asegurar esos beneficios. Sobre esta base, se invita a la Conferencia a convenir en las recomendaciones siguientes:

Recomendación 6/x – Programa de trabajo de la OACI para apoyar la evolución del sistema mundial de navegación por satélite (GNSS)

Que la Conferencia solicite a la OACI que emprenda un programa de trabajo para abordar:

- a) la interoperabilidad técnica de las constelaciones del sistema mundial de navegación por satélite y de los sistemas de aumentación;
- b) soluciones técnicas y operacionales para abordar preocupaciones de carácter institucional y jurídico;
- c) la identificación de beneficios operacionales que permitan a los proveedores de servicios de navegación aérea y explotadores de aeronaves para cuantificar dichos beneficios para su entorno operacional específico; y

- d) la continua elaboración de normas y métodos recomendados y textos de orientación para los elementos del sistema mundial de navegación por satélite y el fomento de la elaboración de normas de la industria sobre sistemas de aviónica.

Recomendación 6/x – Uso de constelaciones múltiples

Que la Conferencia recomiende a los Estados que, al definir sus planes estratégicos de navegación aérea e introducir nuevas operaciones:

- a) aprovechen la mejor solidez y disponibilidad concretadas por la existencia de múltiples constelaciones del sistema mundial de navegación por satélite;
- b) publiquen información especificando los elementos del sistema mundial de navegación por satélite que están aprobados para uso en su espacio aéreo; y
- c) adopten un enfoque basado en la actuación con respecto al uso de constelaciones del sistema mundial de navegación por satélite (GNSS), considerando en particular las dificultades que surgen de limitar o hacer obligatorio el uso de determinados elementos del GNSS.

— — — — —

APÉNDICE A

FUENTES DE VULNERABILIDADES DEL SISTEMA MUNDIAL DE NAVEGACIÓN POR SATÉLITE (GNSS)

1. INTERFERENCIA NO INTENCIONAL

1.1 Los sistemas GNSS normalizados por la OACI o cuya futura normalización se está considerando funcionan, o se prevé que funcionen, en las bandas 1559 – 1610 MHz (GPS, GLONASS, Galileo, BeiDou y SBAS); 108 – 117.975 MHz (GBAS); y 1164 – 1215 MHz (GPS, GLONASS, Galileo y BeiDou).

1.2 Los receptores GNSS en esas bandas deben satisfacer determinados requisitos de performance en presencia de niveles de interferencia definidos en el Anexo 10 — *Telecomunicaciones aeronáuticas* de la OACI y utilizarse dentro de las recomendaciones pertinentes de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT). La interferencia por encima de los niveles definidos puede provocar la degradación o pérdida de servicio, pero las normas de aviónica exigen que dicha interferencia no de como resultado una información peligrosamente equívoca.

1.3 Existen varias fuentes de interferencia no intencional con el GNSS, tanto de emisores en la banda como fuera de banda, incluyendo comunicaciones VHF móviles y fijas, armónicos de estaciones de televisión, ciertos radares, comunicaciones móviles por satélite y sistemas militares. De especial preocupación es el uso de la banda 1559 – 1610 MHz por los enlaces en microondas punto a punto que son permitidos en varios Estados. El uso de estos enlaces será eliminado no más allá de 2015.

1.4 Entre otras fuentes de posible interferencia no intencional se cuentan los repetidores y pseudolitos GNSS (sistemas que transmiten señales para complementar la cobertura del GNSS en edificios y otras áreas donde no pueden recibirse fácilmente las señales GNSS normales), y el equipo aeronáutico de ensayo que actúa como un generador de señales GNSS. Cuando dicho equipo no funciona con arreglo a condiciones especificadas, puede interferir con aviónica del GNSS y el equipo terrestre CNS. En algunos casos estos sistemas pueden hacer que los receptores GNSS dentro del alcance calculen posiciones erróneas. Dichos casos deberían ser detectables porque causarían efectos como desplazamientos de posición repentinos y prontamente evidentes.

1.5 Se han rastreado a los sistemas de a bordo muchos casos de sucesos de interferencia GNSS notificados; la experiencia ha identificado varias fuentes, incluyendo equipo VHF y de comunicaciones por satélite y dispositivos electrónicos portátiles. Dicha interferencia puede evitarse mediante una adecuada instalación de la aviónica GNSS (p. ej., blindaje, separación de antenas y filtrado fuera de banda), integración con otros sistemas de aeronave y restricciones al uso de dispositivos electrónicos portátiles.

1.6 Los Estados pueden reducir en gran medida la amenaza de interferencia no intencional aplicando una gestión de espectro eficaz, según se analizó anteriormente en la presente nota.

1.7 Las actuales constelaciones centrales de GNSS utilizan una única banda de frecuencias (1559 – 1610 MHz). La introducción de señales GNSS en frecuencias adicionales en la banda de 1164 – 1215 MHz eliminará efectivamente la probabilidad de que la interferencia no intencional provoque la pérdida completa del servicio GNSS. No obstante, los servicios mejorados que dependen de la disponibilidad de frecuencias múltiples podrían verse degradados por dicha interferencia.

1.8 Las señales GNSS adicionales en la banda 1164 - 1215 MHz que se transmitirán por satélites centrales de segunda generación comparten la misma banda de frecuencias que el equipo radiotelemétrico (DME) y que el sistema de navegación aérea táctica (TACAN). Las normas de la UIT establecen que el DME/TACAN debe protegerse contra interferencias. Estudios de compatibilidad basados en la actual infraestructura DME/TACAN concluyeron que el impacto de la interferencia de radiofrecuencias en el procesamiento de las nuevas señales GNSS resulta tolerable. Los estudios también concluyeron que una gran densidad de instalaciones DME/TACAN que funcionen en la nueva banda GNSS o cerca de la misma podría dar como resultado interferencias con las señales GNSS a altitudes elevadas. Los Estados deberían evaluar si un aumento de la estructura DME/TACAN es compatible con el uso extendido del GNSS o trasladar las asignaciones DME alejándolas de las frecuencias GNSS.

2. INTERFERENCIA INTENCIONAL Y EMISIÓN DE SEÑALES FALSAS

2.1 Actualmente, en general todas las ayudas para la navegación convencionales permanecen en servicio y todas las aeronaves todavía están equipadas para utilizarlas. Por consiguiente, hay escasos motivos para interferir deliberadamente en los servicios aeronáuticos basados en GNSS. No obstante, a medida que aumenta la dependencia en GNSS, podría aumentar también la amenaza de interferencia intencional (inhibición deliberada).

2.2 El GNSS se utiliza en muchas aplicaciones: financieras, de seguridad de protección y seguimiento, transporte, agricultura, comunicaciones, predicción meteorológica numérica, investigación científica, etc. El análisis de las amenazas intencionales debe considerar todas las aplicaciones de la tecnología GNSS y la probabilidad de que la inhibición deliberada dirigida contra los usuarios no aeronáuticos afecte las operaciones de aeronave. También debería considerar las medidas de mitigación implantadas por los servicios no aeronáuticos. De principal interés es la proliferación de inhibidores de frecuencias de privacidad personal dirigidos a interferir con los sistemas de seguimiento de vehículos.

2.3 Los Estados deben evaluar y encarar el riesgo de interferencia intencional en su espacio aéreo. Si los Estados determinan que el riesgo resulta inaceptable en determinadas áreas, pueden adoptar una estrategia de mitigación según se analizó en el cuerpo principal de la presente nota.

2.4 La emisión de señales falsas es la radiodifusión de señales similares al GNSS para hacer que la aviónica GNSS calcule posiciones erróneas y proporcione orientación falsa. La emisión de señales falsas del GNSS es menos probable que dicho fenómeno en las ayudas tradicionales dado que el sistema es técnicamente mucho más complejo. Para evitar la detección inmediata, la emisión de señales falsas exige contar con información de posición de la aeronave exacta y continua. Es muy difícil hacer corresponder la señal falsa con la dinámica de un receptor objetivo y mantener suficiente potencia de señal para permitir que éste permanezca enganchado en la señal falsa. Si la aviónica permanece enganchada en una señal falsa, existen varias formas de detectar este fenómeno: la aviónica integrada podría anunciar las discrepancias entre las posiciones indicadas por GNSS y en INS o DME-DME; los pilotos podrían observar las desviaciones mediante la vigilancia normal de instrumentos y pantallas y, en un entorno radar, el ATC podría observar dicha desviaciones. Si una aeronave se desviara respecto de su derrota, los sistemas de advertencia de la proximidad del terreno (GPWS) y anticolidión de a bordo (ACAS) proporcionarían protección contra colisiones con el terreno y otras aeronaves.

2.5 La emisión de señales falsas de las radiodifusiones de datos GBAS es por lo menos tan difícil como la de las ayudas para el aterrizaje convencionales. Para proteger más aún al GBAS se ha desarrollado un sistema de autenticación que hará prácticamente imposible la emisión de dichas señales.

3. EFECTOS DE LA IONOSFERA Y DE LA ACTIVIDAD SOLAR

3.1 La ionosfera es la región de la alta atmósfera parcialmente ionizada por la radiación solar. Las señales GNSS se retardan en tiempos variables dependiendo de la densidad de las partículas ionizadas en la ionosfera, que a su vez depende de la intensidad de la radiación solar y de otras ráfagas de energía solares. Deben considerarse dos fenómenos ionosféricos: cambios rápidos y grandes del retardo ionosférico y centelleo (fluctuaciones rápidas de amplitud y fase). Los cambios del retardo ionosférico tienen como resultado errores de la medición de distancia que pueden abordarse mediante el diseño del sistema. El centelleo fuerte puede dar como resultado la pérdida temporal de una o más señales de satélite.

3.2 El impacto de las tormentas ionosféricas en las operaciones en ruta hasta las aproximaciones que no son de precisión es insignificante.

3.3 El centelleo fuerte puede interrumpir las señales de satélite, pero no afecta simultáneamente áreas amplias de la ionosfera sino que ocurre en partes limitadas. Por consiguiente, en general afecta solamente a unos pocos satélites a la vista de un usuario. Las pérdidas de seguimiento de señal debidas al centelleo son de corta duración, pero pueden ocurrir reiteradamente durante períodos de varias horas. Esas pérdidas pueden posiblemente causar que el servicio GNSS se degrade o se pierda temporalmente. Un medio de mitigación es la capacidad del receptor de volver a adquirir rápidamente una señal de satélite después de un suceso de centelleo. El centelleo afecta todas las frecuencias del GNSS, de manera que los receptores multifrecuencia no ofrecerán una protección mayor. Otra forma de mitigación es el uso de múltiples constelaciones. Si el receptor es capaz de realizar el seguimiento de más satélites, la probabilidad de interrupción de servicio se reduce considerablemente debido a que más satélites no se verían afectados.

3.4 El centelleo es virtualmente inexistente en las latitudes medias, excepto a niveles de bajo a moderado, que pueden ocurrir durante tormentas ionosféricas fuertes muy poco frecuentes. El centelleo fuerte es bastante más común en las regiones ecuatoriales donde ocurre normalmente después de la puesta de sol y antes de la medianoche local. El centelleo moderado ocurre con frecuencia en las regiones de latitudes elevadas y puede alcanzar niveles graves durante las tormentas ionosféricas.

3.5 El retardo ionosférico puede compensarse utilizando frecuencias GNSS dobles. Dado que los efectos dependen de la frecuencia, el uso de dos frecuencias permite que los receptores GNSS detecten y computen estos retardos ionosféricos.

3.6 El SBAS puede detectar los efectos de las tormentas ionosféricas que podrían amenazar la integridad de las correcciones transmitidas y puede asegurar que las operaciones LPV no continúen cuándo y dónde las correcciones ionosféricas transmitidas pueden no compensar adecuadamente dichos efectos. Este tipo de mitigación es eficaz porque las tormentas ionosféricas que son suficientemente fuertes como para amenazar la validez de las correcciones del SBAS son poco frecuentes (se prevé que afecten el servicio LPV alrededor de 1% del tiempo en las regiones de latitudes medias).

3.7 Si bien en las latitudes medias las tormentas ionosféricas graves pueden, con escasa frecuencia, provocar interrupciones del servicio LPV SBAS, en las regiones ecuatoriales las interrupciones de servicio serían mucho más frecuentes debido a la formación de bandas anchas de partículas ionizadas acumuladas ubicadas aproximadamente a 15° Norte y Sur del Ecuador magnético. Los volúmenes estrechos y alargados, denominados rarefacciones (o burbujas), en los que la densidad de las partículas ionizadas puede caer muy por debajo de la registrada en la ionosfera circundante, a menudo se desarrollan en la parte media de estas bandas inmediatamente después de la puesta del sol local y continúan hasta tarde en la noche local. La combinación de estos fenómenos resulta en grandes

variaciones espaciales y temporales del retardo ionosférico y, por consiguiente, presenta un importante desafío a la integridad de las correcciones ionosféricas del SBAS. Por lo tanto, no resulta práctico proporcionar servicio LPV SBAS en frecuencia única en regiones ecuatoriales con alto nivel de disponibilidad.

3.8 El GBAS difunde correcciones de pseudo distancia que abordan todas las fuentes de error, así como la información de integridad que resulta eficaz incluso cuando la ionosfera local se ve raramente perturbada. No obstante, el servicio GBAS se perdería si el centelleo fuerte hiciera que la aviónica o la estación GBAS perdiera el enganche de frecuencias en suficientes señales de satélite. La transmisión GBAS en sí misma no se ve afectada por las condiciones atmosféricas. No obstante, el modelo de amenaza ionosférica utilizado por los monitores de integridad del GBAS debe ser coherente con las condiciones locales, lo que puede resultar en una menor disponibilidad de servicio o en más limitaciones de emplazamiento en las regiones ecuatoriales que en las regiones de latitud media. Los sistemas GBAS de doble frecuencia pueden compensar los efectos de retardo ionosférico permitiendo una mejor actuación con menos restricciones.

3.9 En general, las condiciones meteorológicas espaciales pueden tener un impacto directo en el GNSS. El tiempo espacial puede definirse como las condiciones en el sol y en el viento solar, magnetósfera, ionosfera y termosfera que pueden influir en la actuación y fiabilidad de los sistemas tecnológicos basados en el espacio y en tierra y pueden poner en peligro la vida humana o la salud de las tripulaciones de vuelo y pasajeros aeronáuticos. Las perturbaciones en la corona del sol² pueden crear radiorráfagas solares que a su vez pueden causar un aumento en el nivel de ruido de radiofrecuencia en las bandas de frecuencia del GNSS, afectando así la recepción de señales de todos los satélites a la vista en la parte diurna de la tierra. En algunos casos raros, la intensidad y la banda de frecuencias de una radiorráfaga solar pueden provocar una pérdida temporal de seguimiento por los receptores GNSS de todos los satélites a la vista. La experiencia ha demostrado que estos sucesos pueden durar hasta una hora, durante la cual los receptores GNSS geodésicos han perdido el rastro de todos los satélites a la vista por un par de minutos. No obstante, la vulnerabilidad de los receptores a tales sucesos depende en gran medida de su diseño. El diseño de los receptores GNSS aeronáuticos difiere del diseño de los receptores geodésicos y hasta el momento no se han detectado consecuencias significativas para los receptores de aviación.

4. OTRAS VULNERABILIDADES

4.1 Aspectos programáticos, incluyendo la falta de recursos, fallas de lanzamiento o fallas de satélites imprevistas pueden dar como resultado que se disponga de un número insuficiente de satélites para apoyar servicios específicos basados en GNSS. La falla del segmento de control o el error humano también pueden provocar interrupciones de servicio y errores de modo común en varios satélites de una constelación única. El suministro de servicios fiables a partir de constelaciones centrales de satélite exige una gestión del sistema robusta y buena financiación.

4.2 Los Estados deben prever la posibilidad de interrupción o degradación del GNSS y del servicio convencional de ayudas para la navegación durante una situación de emergencia nacional (véase el Artículo 89 del Convenio de Chicago). Los Estados también deben tener planes de contingencia en caso de un conflicto internacional o si otro Estado interfiere con las señales del GNSS de forma que se interrumpa el servicio más allá de sus fronteras. Los aspectos de seguridad del GNSS están siendo tratados por algunos Estados y pueden resultar en nuevos procedimientos para proteger la seguridad operacional y eficiencia de la navegación aeronáutica.

² Estas perturbaciones, conocidas como eyecciones de masa coronal (CME), liberan enormes cantidades de materia y radiación electromagnética al espacio y pueden viajar hacia la Tierra a velocidades hasta varios miles de kilómetros por segundo.

4.3 En algunos Estados, las autoridades militares ensayan las capacidades de sus equipos y sistemas transmitiendo ocasionalmente señales de interferencia que impiden el servicio en un área específica. Esta actividad se coordina normalmente con las oficinas estatales encargadas del espectro y los ANSP. Las autoridades militares y de otro tipo que operan dispositivos de interferencia deliberada deberían coordinar con los ANSP para permitirles determinar el espacio aéreo afectado, avisar a los explotadores de aeronaves y desarrollar los procedimientos que se requieran.

4.4 La seguridad de las ayudas terrestres para la navegación que apoyan la navegación aeronáutica es responsabilidad de las autoridades estatales. La cobertura de GNSS se extiende sobre el territorio de varios Estados, de modo que la seguridad debería tratarse a nivel regional o mundial. Es importante que los elementos del GNSS utilizados por la aviación civil estén protegidos contra actos terroristas u hostiles.

— — — — —

APÉNDICE B

EVOLUCIÓN PREVISTA DE LOS BENEFICIOS DEL SISTEMA MUNDIAL DE NAVEGACIÓN POR SATÉLITE (GNSS) Y RETOS CONEXOS

1. EVOLUCIÓN PREVISTA DEL GNSS EN LOS PRÓXIMOS 15 A 20 AÑOS

1.1 Constelaciones centrales

1.1.1 Los Estados Unidos y la Federación de Rusia planean proporcionar características adicionales de GPS y GLONASS a lo largo de los próximos años. Los planes sobre GPS comprenden contra con una capacidad completa de dos frecuencias L1-L5 para 2020, sobre la base de mejores diseños de señal en la banda L5. A largo plazo, también se está considerando una señal modernizada en la banda L1. Los planes para el GLONASS consisten en proporcionar un servicio en dos frecuencias en las bandas L1 y L3 con un aumento gradual hacia una capacidad de constelación completa antes de 2020. Los planes a largo plazo prevén el uso de señales modernizadas en un plan de modulación de señales compatibles en las bandas L1 y L3 que deberían mejorar aún más la interoperabilidad con otros sistemas mundiales.

1.1.2 El sistema europeo Galileo proporcionará servicios en dos frecuencias sobre las bandas de frecuencia E1 y E5 y utilizará diseños de señal que ofrecen mejor exactitud y solidez. La introducción del sistema será gradual con las capacidades iniciales del servicio previstas para 2015 y la introducción completa de la constelación antes de 2020. El sistema chino BeiDou prestará un servicio regional y mundial en dos frecuencias en las bandas B1 y B2 con capacidades iniciales del servicio previstas para 2011 e introducción completa de la constelación antes de 2020.

1.2 Aumentaciones

1.2.1 Sistema de aumentación basado en la aeronave (ABAS)

1.2.1.1 La disponibilidad de más señales de medición de distancia en dos frecuencias a partir de constelaciones múltiples ofrece la posibilidad de mejorar la actuación mediante la aplicación de un concepto avanzado de vigilancia autónoma de la integridad en el receptor (RAIM). Esto permitiría el suministro de servicios mejorados con carácter mundial con menos dependencia en la aumentación externa (SBAS y GBAS). La integración de RAIM avanzado con los sistemas inerciales mejoraría aún más el servicio reduciendo la susceptibilidad a interferencias de corta duración o sucesos de perturbaciones ionosféricas.

1.2.2 Sistema de aumentación basado en satélites (SBAS)

1.2.2.1 La primera evolución del SBAS extenderá las áreas de servicio de los sistemas actuales. Se prevé que esto ocurra a lo largo de los próximos años con servicios LPV proporcionados por varios SBAS. La segunda evolución importante se basará en el aprovechamiento de las señales de frecuencias dobles. Esta etapa también podría incluir el uso de señales procedentes de constelaciones múltiples, pero esto podría considerarse como tercera etapa. Se prevé que esta evolución ocurra después de 2020 cuando suficientes satélites de constelación central ofrezcan una capacidad de frecuencias dobles.

1.2.3 Sistema de aumentación basado en tierra (GBAS)

1.2.3.1 Las normas de la OACI relativas al servicio GBAS Cat II/III de frecuencia única se encuentran actualmente en una etapa de validación operacional. Una ulterior evolución del GBAS entrañará el uso de una segunda frecuencia y más de una constelación. Las GBAS Cat II/III de dos frecuencias y constelaciones múltiples pueden estar disponibles para 2020-2025.

2. BENEFICIOS

2.1 Introducción

2.1.1 El uso de señales de constelaciones múltiples que difunden en múltiples frecuencias mejora la actuación técnica del GNSS. Esto proporciona una oportunidad de alcanzar los beneficios operacionales. Entre estos beneficios se cuentan una mejor actuación, la probabilidad reducida de pérdida de servicio y una mayor cobertura del servicio. El uso de constelaciones múltiples podría satisfacer las preocupaciones de algunos Estados con respecto a la dependencia en una única constelación GNSS fuera de su control operacional. La transición al GNSS con constelaciones múltiples podría acelerar la reducción de las ayudas convencionales.

2.1.2 En esta etapa del desarrollo de tecnología de constelaciones múltiples y frecuencias múltiples sólo es posible identificar beneficios operacionales cualitativos. No obstante, a medida que avance el desarrollo, los Estados, ANSP y explotadores de aeronaves podrán cuantificar esos beneficios.

2.1.3 En las secciones siguientes se señala las características de un GNSS de constelaciones múltiples y frecuencias múltiples, se explican las mejoras previstas de la actuación técnica y se indica cómo esas mejoras pueden proporcionar beneficios operacionales.

2.2 Disponibilidad de fuentes adicionales de señales telemétricas

2.2.1 La actuación del GNSS depende muy en particular del número de satélites a la vista. Las constelaciones múltiples interoperables proporcionarán fuentes adicionales de señales telemétricas para mejorar considerablemente la disponibilidad y continuidad del servicio lo que aumentará a su vez la solidez operacional y permitirá introducir aplicaciones avanzadas en los dominios de navegación y vigilancia.

2.2.2 En las regiones ecuatoriales, y en menor medida en las regiones polares, el centelleo ionosférico puede provocar pérdidas de enganche de señales de satélites individuales, lo que puede resultar en una pérdida de servicio. El centelleo afecta sectores del cielo en cualquier momento dado. Con más satélites a la vista sería mucho menos probable que el centelleo resulte en pérdida de servicio.

2.2.3 La disponibilidad de más de treinta fuentes de señales telemétricas GNSS interoperables apoyará la evolución del ABAS (p. ej., RAIM avanzado) que podría proporcionar aplicaciones avanzadas como las aproximaciones con guía vertical de carácter mundial con necesidad mínima o, posiblemente nula, de contar con señales de aumentación externa a largo plazo.

2.3 Disponibilidad de la segunda frecuencia GNSS

2.3.1 La principal fuente de error para el GNSS de frecuencia única es la dificultad de estimar el error debido a los retardos verticales ionosféricos. La disponibilidad de una segunda frecuencia permitirá que la aviónica calcule el retardo en forma autónoma y en tiempo real, eliminando efectivamente esta fuente de error y la necesidad de contar con sistemas de aumentación para

proporcionar correcciones a los usuarios equipados con frecuencia dobles. Los futuros sistemas SBAS que aumentan las constelaciones múltiples con múltiples frecuencias permitirían apoyar casi el 100% de la disponibilidad de servicio LPV en aeropuertos adecuados con mínimos tan bajos como alturas de decisión (DA) de 200 ft, incluso en las regiones ecuatoriales.

2.3.2 La futura ampliación del SBAS basado en el uso de frecuencias múltiples exigiría contar con considerablemente menos estaciones de vigilancia para apoyar las aproximaciones con guía vertical en toda la huella de satélite GEO.

2.3.3 El GNSS de frecuencia única puede verse interrumpido por la interferencia no intencional, como la provocada por transmisores defectuosos. La diversificación de frecuencias sobre bandas diferentes es una técnica de mitigación muy efectiva contra la interferencia no intencional, dado que es altamente probable que una fuente de interferencia fuera de banda pueda afectar simultáneamente más de una frecuencia GNSS. Las señales de constelaciones mejoradas (GPS y GLONASS) y emergentes serán más resistentes a la interferencia debido a la mayor potencia y mejor diseño de señal, lo que resultará en una mayor capacidad de rechazo a las interferencias.

2.4 Disponibilidad de constelaciones múltiples independientes

2.4.1 Las constelaciones GNSS múltiples proporcionan redundancia para mitigar el riesgo de pérdida de servicio debido a una importante falla del sistema dentro de una constelación central. La disponibilidad de fuentes adicionales de señales telemétricas y frecuencias proporcionadas por constelaciones independientes mejorará la solidez operacional, definida como capacidad de mantener la actuación operacional requerida reduciendo la necesidad de acudir a un sistema de reserva o alternativa menos capaz (p. ej., radares, ayudas para la navegación convencionales) que en algunos casos entrañaría una pérdida de capacidad. El GNSS proporciona un servicio mundial homogéneo y continuo que los sistemas convencionales de navegación no pueden duplicar. Las futuras hipótesis de planificación exigen un continuo aumento de la capacidad del espacio aéreo que motive la introducción de normas más elevadas de disponibilidad y continuidad. Sería mucho más fácil satisfacer estas normas en un entorno de constelaciones múltiples.

2.4.2 El GNSS proporciona una referencia temporal precisa que se utiliza para sincronizar los sistemas terrestres, el equipo de a bordo, las redes de comunicación y las operaciones. Se prevé que, en el futuro contexto operacional (p. ej., operaciones basadas en trayectorias 4D) resultará más crítico contar con una referencia temporal de todo el sistema. Las constelaciones múltiples proporcionarán fuentes independientes de referencia temporal GNSS para aumentar la solidez de estos sistemas y aplicaciones conexas.

3. RETOS

3.1 Interoperabilidad

3.1.1 El grado de interoperabilidad entre señales de diferentes constelaciones GNSS influirá directamente en la complejidad y el costo de los sistemas de aviónica, afectando con ello los análisis económicos del explotador de aeronaves. Idealmente, los satélites de constelaciones múltiples serían “intercambiables” permitiendo que un receptor combinara todos los satélites en una solución única, lo que proporcionaría una mejora considerable de la actuación.

3.2 Problemas de responsabilidad de las constelaciones múltiples

3.2.1 Cada Estado debe garantizar la seguridad operacional de los servicios de navegación aérea proporcionados dentro de su espacio aéreo soberano. La experiencia con el GPS ha mostrado que la dependencia en los servicios GNSS proporcionados por otros Estados puede provocar problemas de responsabilidad jurídica. Algunos Estados se han negado a aprobar operaciones basadas en GNSS.

3.2.2 Una solución para algunos Estados ha sido utilizar sistemas de vigilancia GNSS o sistemas de aumentación para vigilar y controlar en forma independiente el uso de los servicios basados en GNSS autorizados. El surgimiento de GNSS de constelaciones múltiples renueva la necesidad de definir un programa específico de responsabilidad internacional para el GNSS.

3.3 Función de los sistemas de aumentación

3.3.1 La función de los sistemas de aumentación en el escenario de GNSS de constelaciones múltiples sería considerablemente más complicada para los usuarios y fabricantes de aviónica si se diseñaran sistemas de aumentación diferentes para aumentar diferentes combinaciones de constelaciones GNSS.

3.3.2 Las actuales normas sobre SBAS abordan al GPS y al GLONASS pero no pueden ampliarse para aumentar hasta cuatro constelaciones. El rediseño de la estructura de mensajes SBAS para tener en cuenta el GNSS de constelaciones múltiples debería lograrse conjuntamente con la actualización prevista del GPS de dos frecuencias.

3.3.3 La situación es similar para el GBAS, donde las normas de constelación única y frecuencia única propuestas actualmente tendrán que ampliarse mediante un marco coordinado internacionalmente para GNSS de frecuencias múltiples y constelaciones múltiples.

3.4 Desafíos en materia de desarrollo de aviónica e integración de aeronaves

3.4.1 Los desafíos para el desarrollo de aviónica e integración de aeronaves se relacionan con la complejidad de la integración de la capacidad y en el control operacional de los receptores GNSS.

3.4.2 Aunque puede ser posible diseñar un receptor único que utilice todas las señales disponibles de constelación central y aumentación, dicho receptor podría tener muchos modos de funcionamiento, lo que aumentaría su complejidad. El uso de frecuencias múltiples también plantea un desafío para el diseño de antenas que puedan apoyar el uso de múltiples bandas. El surgimiento de nuevas constelaciones centrales y nuevas formas de onda de señal en nuevas frecuencias plantea un reto a los diseñadores de receptores para que implanten arquitecturas que puedan adaptarse al nuevo entorno más complejo, pero que al mismo tiempo sean sencillas y certificables. Estos retos se están abordando actualmente en foros de la industria sobre normalización (p. ej., Eurocae).

3.4.3 El control operacional y la integración de la aviónica resultarían difíciles si los Estados exigieran o prohibieran el uso de constelaciones, señales o servicios de aumentación específicos. Actualmente, cuando virtualmente toda la aviónica de aeronaves se basa en el GPS solamente, la determinación del sistema que ha de utilizarse en un determinado espacio aéreo es relativamente sencilla: el Estado ha autorizado el uso de GPS o no lo ha hecho. En un escenario de constelaciones múltiples existen más alternativas (dependiendo de las combinaciones de constelaciones que sean autorizadas en cada Estado), y los sistemas de aviónica deben saber qué constelación utilizar y dónde. El mismo concepto se amplía a las frecuentes múltiples y a los sistemas de aumentación regional múltiples, los GBAS donde una cobertura de señal de aumentación considerable puede ampliarse hacia afuera del área

de servicio. Resultaría complejo implantar un medio para controlar cuándo un receptor utiliza varios elementos de GNSS. Involucrar a los pilotos en esas decisiones aumentaría su carga de trabajo y complejidad, de modo que se prevé algún nivel de automatización. Además, dado que la determinación de los elementos que se permiten o prohíben en determinados espacios aéreos cambiará con el tiempo, la información que da impulso a una función automática exigiría actualización con carácter regular.

3.4.4 Otro desafío para la integración de las aeronaves es la aprobación de aeronavegabilidad. El Estado de matrícula expide el certificado de aeronavegabilidad. En este certificado se indica, entre otras cosas, que la aeronave ha demostrado ajustarse a su diseño aprobado, que es parte del certificado de tipo otorgado por el Estado de diseño. El certificado de tipo se otorga a los diseñadores después que han demostrado que el diseño particular se ajusta a la norma de diseño del Estado incluyendo los reglamentos aplicables prescritos por la AAC del Estado de diseño. En consecuencia, la certificación de tipo de una aeronave que incluye el uso de elementos del GNSS no aprobado por el Estado de diseño será problemática. Esta situación ya existe en el hecho de que la FAA de EUA no cuenta con normas o textos de orientación sobre diseño necesarios para permitir la certificación de receptores GLONASS. Esta situación probablemente se complique más en el futuro a medida que las constelaciones centrales de GNSS alcanzan madurez a ritmos diferentes y si diferentes Estados de diseño y de matrícula aprueban diferentes elementos GNSS en momentos diferentes. Este problema se ve exacerbado cuando los Estados hacen obligatorio o prohíben el uso de determinados elementos del GNSS.

3.4.5 La disposición de la industria de la aviación en cuanto a abordar los retos relacionados con el mejoramiento y certificación del equipo de navegación desempeñará el papel principal en la consecución de las ventajas proporcionadas por un entorno de constelaciones múltiples.

— FIN —