



ASAMBLEA — 41º PERÍODO DE SESIONES

COMISIÓN TÉCNICA

Cuestión 31: Seguridad operacional de la aviación y navegación aérea – Normalización

MEJORAR LA RESILIENCIA DE LAS COMUNICACIONES, LA NAVEGACIÓN Y LA VIGILANCIA (CNS) A TRAVÉS DE LA MITIGACIÓN DE INTERFERENCIAS AL SISTEMA MUNDIAL DE NAVEGACIÓN POR SATÉLITE (GNSS)

(Nota presentada por Chequia en nombre de la Unión Europea y de sus Estados miembros¹, los demás Estados miembros de la Conferencia Europea de Aviación Civil², los Estados miembros de la Comisión Africana de Aviación Civil³ y EUROCONTROL)

RESUMEN

El sistema mundial de navegación por satélite (denominado habitualmente GNSS) es una tecnología fundamental para proporcionar servicios de comunicaciones, navegación, vigilancia (CNS) y de gestión del tránsito aéreo (ATM) en todo el mundo. El GNSS es esencial para ejecutar la navegación basada en la performance (PBN) y la vigilancia dependiente automática-radiodifusión (ADS-B), que aportan importantes beneficios en materia de seguridad operacional, capacidad y protección del medioambiente a la ATM. Se emplea igualmente en sistemas vinculados a la seguridad operacional y brinda una referencia temporal a fin de sincronizar los sistemas (por ejemplo, las redes de comunicaciones) y las operaciones de la ATM. No obstante, el GNSS es vulnerable ante las interferencias de radiofrecuencias (RFI), como el bloqueo de señales, o los ciberataques (por ejemplo, la simulación de señales), de ahí que convenga mitigar las vulnerabilidades del GNSS de forma adecuada.

El 40º período de sesiones de la Asamblea de la OACI acordó en 2019 una serie de medidas para reforzar la resiliencia del sistema CNS y la mitigación frente a las interferencias de radiofrecuencias del GNSS. Sin embargo, se ha podido constatar un número creciente de casos de interferencias de radiofrecuencias del GNSS en regiones varias del mundo. Por tanto, resulta fundamental aplicar medidas que aumenten la resiliencia del GNSS a corto plazo (por ejemplo, mejorar la coordinación civil-militar, evitar la proliferación de dispositivos ilícitos causantes de interferencias) y a largo plazo (mejorar la integración de fuentes complementarias de datos de posicionamiento de a bordo, terrestres y satelitales para el CNS). Estas medidas deberían poder conservar los beneficios de la PBN y del ADS-B incluso en situaciones en que el GNSS se encuentra comprometido.

¹ Alemania, Austria, Bélgica, Bulgaria, Croacia, Chipre, Chequia, Dinamarca, Eslovaquia, Eslovenia, España, Estonia, Finlandia, Francia, Grecia, Hungría, Irlanda, Italia, Letonia, Lituania, Luxemburgo, Malta, Países Bajos, Polonia, Portugal, Rumania, Suecia

² Albania, Armenia, Azerbaiyán, Bosnia y Herzegovina, Georgia, Islandia, Macedonia del Norte, Mónaco, Montenegro, Noruega, Reino Unido, República de Moldova, San Marino, Serbia, Suiza, Türkiye, Ucrania.

³ Argelia, Angola, Benín, Botswana, Burkina Faso, Burundi, Camerún, Cabo Verde, República Centroafricana, Chad, Comoras, Congo, Cote d'Ivoire, República Democrática del Congo, Djibouti, Egipto, Guinea Ecuatorial, Eritrea, Eswatini, Etiopía, Gabón, Gambia, Ghana, Guinea, Guinea-Bissau, Kenya, Lesotho, Liberia, Libia, Madagascar, Malawi, Mali, Mauritania, Mauricio, Marruecos, Mozambique, Namibia, Níger, Nigeria, Rwanda, Santo Tomé y Príncipe, Senegal, Seychelles, Sierra Leona, Somalia, Sudáfrica, Sudán del Sur, Sudán, Togo, Túnez, Uganda, República Unida de Tanzania, Zambia y Zimbabwe.

| | |
|---|---|
| Decisión de la Asamblea: Se invita a la Asamblea a adoptar la resolución propuesta en el apéndice a esta nota de estudio (que incluye las recomendaciones del 40º período de sesiones de la Asamblea sobre este tema). | |
| <i>Objetivos estratégicos:</i> | Esta nota de estudio se relaciona con los objetivos estratégicos de Seguridad operacional, Capacidad y eficiencia de la navegación aérea y de Seguridad de la aviación y facilitación. |
| <i>Repercusiones financieras:</i> | Las actividades a las que se alude en esta nota de estudio se ejecutarán con recursos disponibles en el presupuesto regular y/o procedentes de contribuciones extrapresupuestarias. |
| <i>Referencias:</i> | A40-WP/82, <i>Sistemas CNS basados en satélites resilientes a las interferencias 12ª Conferencia de Navegación Aérea, Montreal, 19-30 de noviembre de 2012, Informe</i> (Doc 10007) Resolución A32-19, <i>Carta sobre los derechos y obligaciones de los Estados con relación a los servicios GNSS</i> Resolución A32-20, <i>Desarrollo y elaboración de un marco jurídico a largo plazo adecuado para regir la implantación del GNSS</i> Resolución A35-15, <i>Declaración consolidada de las políticas y prácticas permanentes de la OACI relativas a un sistema mundial de gestión del tránsito aéreo (ATM) y a los sistemas de comunicaciones, navegación y vigilancia/gestión del tránsito aéreo</i> A37-11, <i>Metas mundiales de la navegación basada en la performance</i> A40-28, apéndice F, <i>Declaración consolidada de los criterios permanentes de la OACI en la esfera jurídica</i> Comunicación a los Estados AN 7/5-20/89 |

1. LA DEPENDENCIA CRECIENTE DEL GNSS

1.1 El sistema mundial de navegación por satélite (GNSS) incluye constelaciones de satélites que proporcionan señales desde el espacio para transmitir datos de ubicación y hora a receptores del GNSS, tanto en tierra como a bordo de las aeronaves. Dichos receptores determinan con precisión la posición de las aeronaves. La navegación por satélite y el GNSS son beneficiosos para la aviación en la medida en que facilitan el diseño de nuevos procedimientos para que las aeronaves sigan rutas más directas con separación reducida, minimizando el consumo de combustible, el ruido y las emisiones de carbono.

1.2 En el 40º período de sesiones de la Asamblea, fueron numerosas las notas de estudio que recalcaron la necesidad de mejorar la resiliencia de los sistemas de comunicaciones, navegación y vigilancia (CNS), incluido el GNSS. La Asamblea estuvo de acuerdo con las propuestas de reforzar la resiliencia del CNS ante las interferencias de radiofrecuencias (RFI) i) previniendo el uso de dispositivos ilícitos causantes de interferencias, ii) estrechando la colaboración con las autoridades de reglamentación y aplicación de las radiocomunicaciones, iii) reforzando la coordinación civil-militar para atender a los riesgos de interferencia vinculados a las pruebas del GNSS y las zonas en conflicto, iv), conservando la infraestructura de navegación convencional esencial destinada a apoyo de contingencia en caso de interrupción del GNSS y estableciendo técnicas de mitigación en caso de pérdida de servicios. La comunicación AN 7/5-20/89 de la OACI a los Estados reitera la importancia de estas decisiones.

1.3 La OACI alentó a los Estados miembros a implementar las disposiciones existentes a fin de reducir y mitigar las interferencias al GNSS. En todo caso, debido a su aumento, conviene seguir mejorando la resiliencia del CNS y mitigar la repercusión sobre la navegación basada en la performance (PBN), la vigilancia dependiente automática – radiodifusión (ADS-B) y otros usos del GNSS para fines de localización y determinación de la hora.

1.4 Los avances habidos en la aplicación de la PBN y el ADS-B traen consigo una dependencia cada vez más compleja del GNSS tanto para la navegación como la vigilancia. Europa y otras muchas regiones del mundo se encaminan hacia una aplicación generalizada de la PBN y al mismo tiempo reducen aquellos procedimientos que dependen de los sistemas auxiliares de navegación convencional. Del mismo modo, el uso de la ADS-B y su incorporación en la cadena general de vigilancia prosigue al alza, lo que posibilita funciones similares avanzadas de control del tránsito aéreo (ATC). Además, hoy en día numerosas aplicaciones de vigilancia y gestión de la trayectoria incorporan la función de determinación de la hora del GNSS a fin de sincronizar los sistemas de a bordo y terrestres.

1.5 Aun cuando numerosas aeronaves de transporte aéreo pueden conservar la información de posición y hora en caso de interferencia al GNSS recurriendo a sistemas de navegación alternativos, hay otros usuarios del espacio aéreo que dependen mucho más del GNSS. En algunos espacios aéreos donde se usa la PBN, ya no resulta posible retornar a los procedimientos convencionales, lo que supone que ha de haber una infraestructura alternativa de contingencia (red operacional mínima; MON). Puesto que la información sobre posición y velocidad de la ADS-B se extrae del GNSS, toda degradación o interrupción del GNSS repercute sobre la ADS-B, de ahí que la infraestructura de CNS deba garantizar que las redes operacionales mínimas de navegación y vigilancia asisten a las operaciones de contingencia en caso de interrupción del GNSS.

1.6 Los sistemas de navegación inercial (INS) y los de navegación terrestre, como el equipo radiotelemétrico (DME), no dan servicio hoy por hoy a todas las aplicaciones PBN ni se emplean para la ADS-B. La ubicación imprecisa que computan determinados sistemas de gestión de vuelo puede resultar inadecuada para asistir a una operación PBN en concreto o un nivel de servicio ADS-B. Por tanto, se torna complicado valorar qué efecto tiene una interferencia al GNSS en la capacidad de una aeronave de proseguir con su propia navegación recurriendo a la información del equipo de a bordo que figura en el plan de vuelo. Esto aumenta la carga de trabajo en el control del tránsito aéreo y genera incertidumbres en la planificación de la capacidad de ATC.

1.7 La información de posición, velocidad o tiempo obtenida a partir del GNSS se emplea igualmente en muchas otras aplicaciones aeronáuticas, por ejemplo, en servicios de comunicación por satélite o de enlace de datos, de ahí que para las pilotas y los pilotos resulte complicado determinar cómo incide una interferencia del GNSS en todos los sistemas aeronáuticos afectados, además de aumentar su carga de trabajo en caso de interferencia. Por este motivo, numerosos fabricantes de aeronaves han publicado directrices para los explotadores de aeronaves en las que se describen la repercusión de las interferencias del GNSS en la aviónica y cómo gestionarla. El fenómeno exige una formación más concienzuda de la tripulación a fin de atender debidamente a este tipo de situaciones.

1.8 Un análisis⁴ reciente de EUROCONTROL concluye que el 38 % del tráfico de la red europea atraviesa regiones que sufren interferencias generalizadas y habituales del GNSS, tráfico que se ve expuesto a un menor margen de seguridad operacional durante largos periodos de tiempo, lo que complica la gestión de otras fallas del sistema.

1.9 Si bien la mayoría de las interferencias del GNSS detectadas causan interrupciones de la capacidad de navegación y vigilancia por satélite, los pilotos y pilotas también han señalado tipos varios de anomalías, tales como alteraciones en los mapas, indicaciones incorrectas de la velocidad respecto al suelo, comportamiento anómalo de los cronómetros de a bordo y, en casos extremos, alertas falsas de proximidad del suelo. Se trata de incidencias que pueden atribuirse a la cada vez mayor integración de los equipos de las aeronaves y ya los fabricantes están tomando medidas para solventarlas. No obstante, conviene tener en cuenta que parte de estas anomalías podrían deberse a señales engañosas o intencionadamente falsas. Efectivamente, ahora es más sencillo generar dichas señales pues ya no es necesario disponer de habilidades militares. Los indicadores actuales de integridad de la navegación se han diseñado únicamente como parámetros de seguridad operacional y no tienen en cuenta específicamente las interferencias simuladas.

⁴ <https://www.eurocontrol.int/event/eurocontrol-stakeholder-forum-gnss>

1.10 La mayoría de las interferencias del GNSS están vinculadas geográficamente con zonas en conflicto y defensa con drones. Las aeronaves seguirán expuestas a ese tipo de interferencia de las radiofrecuencias, aun cuando la OACI y la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) redoblen esfuerzos para alentar a los Estados a que limiten en la medida de lo posible las interferencias perjudiciales. Pero incluso en lugares alejados de zonas de conflicto pueden producirse interferencias en cualquier momento que afecten a grandes volúmenes de espacio aéreo⁵. Las interferencias también pueden provenir de sistemas anti UAS (sistemas de aeronave no tripulada) utilizados por agentes de seguridad estatal autorizados – ya sea en ejercicios planificados o tácticos.

2. **MEJORAR LA INTEGRACIÓN FUTURA DE OTROS MEDIOS DE DETERMINACIÓN DE LA POSICIÓN**

2.1 La OACI, sus Estados miembros y la industria están desarrollando capacidades de próxima generación con el GNSS de constelaciones múltiples en dos frecuencias (DFMC), que junto con las características avanzadas de seguridad vendrán a mitigar en buena medida otras vulnerabilidades (ajenas a las interferencias) y protegerán el GNSS de las interferencias en frecuencia única.

2.2 De acuerdo con las recomendaciones 6/8 e) y f) de la 12ª Conferencia de Navegación Aérea sobre el valor de los sistemas de navegación inercial (INS) y los equipos radiotelemétricos (DME), se los debería perfeccionar para que actúen como complemento del GNSS DFMC, de modo de eliminar las discontinuidades en la operación. Si bien ya existen equipos de aviónica que se pasan a estas fuentes de determinación de la posición cuando se interrumpe el servicio del GNSS, es necesario minimizar toda posible degradación del servicio. Una mejor integración elevará la calidad de los datos de posición, velocidad y hora de las aeronaves, respondiendo a las necesidades de las aeronaves y de ATC en condiciones de seguridad.

2.3 Para tal fin, los Estados miembros, la OACI y la industria deberían favorecer el trabajo que realizan los organismos de normalización y seguir desarrollando métodos para asociar los datos de posición, velocidad y hora con indicadores de mejor calidad, a fin de evitar que se los use cuando no sean confiables. Se eliminaría así que se produzca un efecto de dominó en otros sistemas, permitiendo que se sigan prestando ininterrumpidamente los servicios de PBN y ADS-B en ruta y en terminal aun allí donde el funcionamiento del GNSS no sea estable. Con actividades de planificación complementaria debería posibilitarse una implementación uniforme, que aproveche todas las aeronaves y todo el espacio e infraestructura de tierra disponibles y útiles, sin perder de vista la dinámica cambiante de las amenazas a la seguridad de la aviación y la integración de futuras evoluciones de la tecnología de CNS.

2.4 El resultado que en definitiva se persigue es contar con datos de posición y hora confiables, aptos para todos los usos posibles, basados en información de todos los sistemas de CNS disponibles en tierra, el espacio y a bordo de las aeronaves. Estos sistemas son capaces de complementarse unos a otros con eficiencia, ya sea mejorando la continuidad del servicio con capacidad de reserva o elevando su integridad con verificaciones cruzadas independientes de la posición (p.ej., entre sistemas de vigilancia independientes), con lo que se robustecería la seguridad de tales operaciones. Deberían coordinarse principios de alto nivel por conducto de la OACI, y por su parte los organismos de normalización de la industria deberían elaborar las especificaciones técnicas detalladas correspondientes.

⁵ Esto sucedió recientemente en un yate equipado con un dispositivo bloqueador de gran potencia para mantener alejados a los paparazzi (que se activó accidentalmente).

3. MEDIDAS INMEDIATAS EN EL CORTO PLAZO

3.1 Hasta tanto se logre ese grado de integración, las aeronaves actuales seguirán sufriendo las interferencias del GNSS y sus consecuencias. Resulta entonces esencial proteger los servicios GNSS en la máxima medida posible con nuevos métodos de monitorear la información de posición de la ADS-B que permitan a los proveedores de servicios de navegación aérea (ANSP) determinar qué aeronaves se están viendo afectadas por una interrupción del servicio GNSS y tomar las medidas necesarias para preservar la seguridad operacional. De esta forma podría localizarse el origen de la interferencia para proceder a eliminarla con la intervención del órgano regulador de las radiocomunicaciones.

3.2 Los fabricantes de aeronaves deberían seguir evaluando el efecto de dominó que tienen las interferencias del GNSS en sus sistemas, considerar la posible detección a bordo de la interferencia y dar aviso mediante sistemas automatizados de recolección de datos, publicar la orientación necesaria para gestionar los problemas operacionales que puedan plantearse y recomendar la capacitación que corresponda para pilotos y pilotos. Por su parte, pilotos y pilotos deberían seguir notificando los problemas de funcionamiento del GNSS y sus efectos en el puesto de pilotaje.

3.3 Los proveedores de servicios de navegación aérea deberían analizar cuidadosamente el impacto de las interferencias del GNSS en sus instalaciones y servicios de CNS y cerciorarse de detectar y resolver posibles degradaciones. Deberían disponerse medios de reserva adecuados para los sistemas de CNS, incluidos los sistemas y aplicaciones que requieran la sincronización de la hora. Además, debería haber infraestructura y procedimientos operacionales para posibilitar las acciones de contingencia de explotadores de aeronaves que no tengan sensores múltiples.

3.4 Si bien se reconoce que la seguridad nacional en ocasiones exige que se realicen ejercicios y ensayos que generan interferencias en el GNSS, para tales actividades se debe prever una mayor coordinación civil-militar y la toma de decisiones en colaboración. La coordinación debería minimizar el impacto de las interferencias del GNSS en la aviación civil e incluir la colaboración transfronteriza entre Estados, en su caso.

3.5 Los esfuerzos por reducir la interferencia no deberían limitarse a la aviación, puesto que los servicios GNSS son esenciales para multitud de grupos usuarios y otros sectores de infraestructura crítica. Se alienta a las autoridades de la aviación a acercarse a las instancias gubernamentales que correspondan para lograr que se limite lo más posible la interferencia del GNSS disponiendo, entre otras consideraciones, el refuerzo de los medios de prevención (reglamentación, intervención del mercado) y reacción (capacidad de detectar, localizar y eliminar el origen de la interferencia), según corresponda.

4. CONCLUSIÓN

4.1 Por la centralidad de la función que cumple el GNSS en la CNS/ATM como se describe en esta nota, se vuelve imperativo mitigar las interferencias del GNSS y reforzar la resiliencia del sistema de CNS, en particular mediante una mayor integración de capacidades complementarias de determinación de la posición. El proyecto de resolución que se presenta en el apéndice se elaboró con este fin, para guiar y contribuir a la acción efectiva de los Estados, la OACI y la industria.

APPENDIX

PROPOSED ASSEMBLY RESOLUTION

| |
|--|
| A35-15: Consolidated statement of continuing ICAO policies and practices related to a global ATM system and CNS/ATM systems |
|--|

APPENDIX A

General Policy

...

APPENDIX B

Harmonization of the implementation of the ICAO CNS/ATM systems

...

APPENDIX C

Ensuring the resilience of ICAO CNS/ATM systems and services

Whereas the ATM/CNS systems are evolving and so are the associated CNS threats and vulnerabilities;

Whereas the occurrences of interferences against satellite-based CNS systems and GNSS, in particular, have significantly increased;

Whereas CNS resiliency to interference needs to be addressed at a global level with a holistic approach, ensuring an efficient and coordinated evolution between the infrastructure architecture, improved technological capabilities, civil and military operational procedures, radio regulatory authorities and civil-military coordination;

Recognising that resiliency to interference needs to be improved by maximising the integration of all suitable ground infrastructure, space infrastructure and airborne components in a complementary and cooperative manner to be as robust as possible to cases of satellite-based service disruption or environments where false or deceptive signals are present;

Recognising that both the aircraft onboard and ground infrastructure complementing the satellite-based CNS systems need to be adapted to include, where appropriate, interference detection, mitigation and reporting functions to support the resolution of operationally encountered performance anomalies;

Believing that, combined with the use of the appropriate legal framework, such capabilities and measures will allow for the relevant authorities to act upon harmful interferences caused by the illegal operation of transmitters and avoid the proliferation and the use of such illegal transmitters and the misuse of test and maintenance equipment;

Believing that, with appropriate coordination and application of best practices, military and State authorities can conduct GNSS-related testing and other interventions using radio equipment as necessary and without causing an undue impact on civil aviation;

Believing that civil-military coordination should facilitate the sharing of relevant information with airspace users, especially when flying in the vicinity of a conflict zone; and

Acknowledging that loss of crew's situational awareness from malicious origin is classified as a cyber-security threat and cannot be tolerated in civil aviation; and that intentionally sending misleading signals to replace the accurate signal is a far more serious threat to flight safety than the loss of this signal.

The Assembly:

1. *Encourages* States to transition towards optimised, secure CNS systems based on complementary integration of suitable and independent aircraft capabilities, satellite- and ground-based infrastructure which maximise resiliency and robustness to any type of interference;
2. *Encourages* standardisation bodies and industry to develop appropriate interference detection, mitigation and reporting capabilities for the aircraft on-board, satellite- and ground-based CNS system components, in order to ensure higher CNS resiliency, continuity of operations and prevent any cascading effects from the use of compromised position, velocity or time data;
3. *Encourages* States to ensure that sufficient terrestrial CNS capabilities remain available to ensure safe operations and complement aircraft-level integration of position, velocity and time with independent surveillance information;
4. *Invites* ICAO to develop high-level principles on how to integrate CNS ground, space and on-board systems and capabilities to obtain more resilient positioning and timing services;
5. *Urges* States to apply necessary measures to avoid the commercialisation/proliferation and the use of illegal transmitters such as jammers and the misuse of test and maintenance equipment which may impact CNS systems;
6. *Urges* States to ensure close collaboration between aviation authorities, military authorities, service providers, radio regulatory and spectrum enforcement authorities to put in place any special measures required to ensure that spectrum used by all CNS systems, and GNSS in particular, is free from harmful interference;
7. *Urges* States to refrain from any form of jamming, or spoofing affecting civil aviation;
8. *Urges* States to coordinate and notify to the maximum extent possible in advance with the ANSP responsible for the affected airspace in case of military or other State-authorized security or defence-related operations or training, potentially causing any form of jamming, or spoofing affecting civil aviation; and
9. *Urges* States and operators when assessing the interference risks associated with conflict zones to consider that the use of satellite-based CNS systems can potentially be impacted beyond those zones