



NOTA DE ESTUDIO

DECIMOCUARTA CONFERENCIA DE NAVEGACIÓN AÉREA

Montreal, Canadá, 26 de agosto - 6 de septiembre de 2024

Cuestión 2: Utilización oportuna y segura de nuevas tecnologías

2.2: Riesgos de seguridad operacional relacionados con las tecnologías de aviación en evolución

PREOCUPACIONES DE SEGURIDAD OPERACIONAL Y PROTECCIÓN DE LA AVIACIÓN POR INTERFERENCIAS CON EL SISTEMA MUNDIAL DE NAVEGACIÓN POR SATÉLITE (GNSS)

[Nota presentada por Hungría en nombre de la Unión Europea¹ y sus Estados miembros, los demás Estados miembros de la Conferencia Europea de Aviación Civil (CEAC)², y la Organización Europea para la Seguridad de la Navegación Aérea (EUROCONTROL)]

RESUMEN

El sistema mundial de navegación por satélite (GNSS) es un elemento fundamental para prestar servicios de comunicación, navegación y vigilancia (CNS) y de gestión del tránsito aéreo (ATM) en todo el mundo. Numerosos sistemas que componen la aviónica de las aeronaves se valen de la información de posicionamiento y temporización que proporciona el GNSS. Desafortunadamente, los esfuerzos de la OACI y la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) durante las dos últimas décadas no se han traducido en una reducción de las interferencias del GNSS que afectan a la aviación civil, que en los últimos años se han multiplicado. En particular, desde finales de 2023 se viene informando de casos de usurpación de señales, o *spoofing* (interferencia deliberada de radiofrecuencias que hace que los receptores GNSS calculen datos incorrectos de posición, navegación y temporización), que se han convertido en un problema generalizado para la seguridad operacional y una amenaza para la ciberseguridad de la aviación civil, ya que este tipo de intrusión tiene un mayor impacto en la seguridad de vuelo que la interferencia por inhabilitación o congestiónamiento (*jamming*). La aviación tardará mucho tiempo en reforzar los sistemas operativos para hacerlos más resistentes a las interferencias. Si el número de interferencias por usurpación de señal sigue en aumento, puede llegar a ser imposible mantener la capacidad en algunos espacios aéreos sin que se vea comprometida la seguridad operacional. Esta situación no es aceptable y tampoco es sostenible.

Medidas propuestas: Se invita a la conferencia a aceptar las recomendaciones de la sección 3.

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

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

1. INTRODUCCIÓN

1.1 El sistema mundial de navegación por satélite (GNSS) es un elemento fundamental de los servicios de comunicación, navegación y vigilancia (CNS) y de la gestión del tránsito aéreo (ATM). El GNSS es esencial para la navegación basada en la performance (PBN) y la vigilancia dependiente automática – radiodifusión (ADS-B). Al proporcionar información precisa sobre posición y temporización, el GNSS es útil también para muchos otros sistemas de aviónica de las aeronaves, como las comunicaciones por enlace de datos entre torre de control y puesto de pilotaje (CPDLC), los sistemas de gestión de vuelo (FMS), los sistemas de advertencia y alarma de impacto (TAWS), los transpondedores y los sistemas que proporcionan alertas de tránsito e indicadores de combustible.

1.2 En los últimos años, se ha producido un fuerte aumento del número de interferencias perjudiciales del GNSS³ que están afectando a la aviación civil. Existen dos tipos de interferencia perjudicial:

- a) La inhabilitación o congestiónamiento (*jamming*) es la interferencia deliberada de la radiofrecuencia que no permite que los receptores proporcionen información de posición y temporización, impidiendo el buen funcionamiento de la aviónica que depende de las señales del GNSS. Por lo general, sus efectos son detectados por los sistemas de aviónica y a menudo se emiten alertas a la tripulación de vuelo.
- b) La usurpación de señales (*spoofing*) es la interferencia deliberada y perjudicial de la radiofrecuencia que hace que los receptores de GNSS computen incorrectamente los datos de posición, navegación y temporización. Los sistemas de aviónica actuales no detectan automáticamente este tipo de interferencia y no se proporciona ninguna alerta específica a la tripulación de vuelo.

Desde finales de 2023 se sabe de hechos de usurpación de señales que provocan grandes saltos de posición. Ambos tipos de interferencia pueden tener efectos colaterales en la aviónica de las aeronaves, aun cuando no constituye el objetivo deseado. La mayoría de los casos de usurpación de señal son detectados por la tripulación de vuelo al percibir incoherencias en la información que arrojan los instrumentos. Pero incluso si resulta obvio para la tripulación de vuelo, un enorme salto de posición provocado por este tipo de interferencia puede tener efectos secundarios mucho más graves y difíciles de manejar para la tripulación.

1.3 La mayoría de las interferencias con el GNSS que afectan a la aviación civil se están registrando en lugares próximos a zonas de conflicto y se vinculan a la escalada reciente en el uso de drones, antidrones y medios electrónicos con fines bélicos. Sin embargo, también se producen muchas interferencias en otros lugares sin proximidad evidente a una zona de conflicto. En los últimos meses se han denunciado varios casos de usurpación de señales en lugares donde no existe ningún vínculo reconocible con una actividad estatal de seguridad o defensa. Las aeronaves que vuelan a altitud en ruta se ven afectadas por las interferencias a lo largo de distancias significativas (hasta 200 NM), y en ocasiones los receptores no logran volver a funcionar normalmente tras abandonar la zona de interferencia.

1.4 La OACI ha analizado este problema en varias ocasiones en los últimos años, en particular durante la 11ª y 12ª Conferencias de Navegación Aérea y en los 40º y 41º periodos de sesiones de la Asamblea de la OACI, en los que se adoptó el apéndice C de la resolución A41-8 por recomendación de Europa. Además, la norma del Anexo 11⁴ de la OACI — *Servicios de tránsito aéreo* dispone que las actividades civiles o militares sobre el territorio de un Estado o en alta mar que sean peligrosas para la aviación civil deben coordinarse con la autoridad responsable de los servicios de tránsito aéreo.

³ El artículo 1.169 del Reglamento de Radiocomunicaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) define la interferencia perjudicial como aquella que compromete el funcionamiento de un servicio de radionavegación o de otros servicios de seguridad, o que degrada gravemente, interrumpe repetidamente o impide el funcionamiento de un servicio de radiocomunicación explotado de acuerdo con el Reglamento de Radiocomunicaciones.

⁴ 2.18: Coordinación entre las autoridades militares y los servicios de tránsito aéreo, y 2.19: Coordinación de las actividades potencialmente peligrosas para las aeronaves civiles.

1.5 Por su parte, la Constitución y el Reglamento de Radiocomunicaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) establecen principios y medidas de coordinación civil-militar para reducir el número de interferencias que afectan a la aviación civil. En el artículo 48 de la Constitución de la UIT se reconoce el derecho de los Estados a conservar “su entera libertad en lo relativo a las instalaciones radioeléctricas militares”. Sin embargo, el artículo también establece que “estas instalaciones se ajustarán en lo posible a las disposiciones reglamentarias relativas ... a las medidas para impedir las interferencias perjudiciales...”. Del artículo 45.1 de la Constitución de la UIT se desprende que el derecho de las administraciones a denegar el acceso al GNSS con fines de defensa o seguridad se refiere a la denegación de acceso dentro de los territorios soberanos de los Estados, por lo que no debe afectar a los Estados vecinos ni al espacio aéreo en alta mar. El artículo 47 de la Constitución de la UIT⁵ y los artículos 15.5 y 15.22 de su Reglamento de Radiocomunicaciones⁶ también tienen relevancia para las interferencias del GNSS. La UIT trató este asunto en la última Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones, celebrada en Dubai en 2023⁷.

1.6 Sin embargo, las resoluciones de la OACI y la UIT, las comunicaciones de la OACI a los Estados⁸ y las circulares de la UIT de las dos últimas décadas no han conseguido reducir el número de interferencias y usurpación de señales, que se han convertido en un problema de seguridad operacional generalizado y en una amenaza para la ciberseguridad de la aviación civil.

1.7 La nota de estudio AN-Conf/14-WP/61, “Planificación para hacer frente a las contingencias relacionadas con el GNSS”, presentada por Europa para la cuestión 2.2 (sic) del orden del día (Retiro gradual de los sistemas tradicionales), es complementaria de la presente nota de estudio. En ella se proponen recomendaciones para incrementar la robustez del GNSS y reducir el impacto de las interferencias en las operaciones.

2. IMPACTO DE LAS INTERFERENCIAS DEL GNSS EN LA SEGURIDAD OPERACIONAL Y LA CONTINUIDAD DE LOS SERVICIOS DE AVIACIÓN CIVIL

2.1 La aviación civil depende más que nunca del GNSS. El sistema tiene sus propias vulnerabilidades, como el congestionamiento deliberado y la usurpación de señales, y ha generado un exceso de confianza que puede hacer que se pierda el sentido de la ubicación cuando falla la unidad de GNSS. El procedimiento de interés clave es volver a usar otros medios de navegación en caso de avería de la unidad GNSS en vuelo. Un error en la información de posición puede tener graves repercusiones si todas las barreras de protección existentes no consiguen mitigar la amenaza.

2.2 Las tripulaciones han notificado efectos de congestionamiento deliberado y/o usurpación de señales del GNSS en todas las fases de vuelo que en algunos casos han provocado cambios de ruta, desviaciones o imposibilidad de cumplir las autorizaciones del control de tránsito aéreo (ATC). La magnitud de los problemas generados por estas interferencias depende de la extensión de la zona afectada, de la duración y cuánto dependen los sistemas de las aeronaves de las señales GNSS, que puede variar según los tipos de aeronave. Las interferencias a baja altitud, aunque menos frecuentes, pueden tener un mayor impacto en la seguridad operacional.

⁵ Artículo 47 de la Constitución de la UIT: “Los Estados Miembros se comprometen a adoptar las medidas necesarias para impedir la transmisión o circulación de señales de socorro, urgencia, seguridad o identificación que sean falsas o engañosas, así como a colaborar en la localización e identificación de las estaciones situadas bajo su jurisdicción que emitan estas señales.”

⁶ El artículo 15.55 (sic) del Reglamento de Radiocomunicaciones dispone que “se reducirán lo más posible la radiación y la recepción en direcciones inútiles...”, mientras que su artículo 15.22 llama (a los Estados Miembros) a actuar “... con la mayor buena voluntad y en mutua colaboración al aplicar las disposiciones del artículo 45 de la Constitución y las de la presente sección para resolver los problemas de interferencia perjudicial.”

⁷ Resolución 676 (CMR-23)

⁸ Por ejemplo, la comunicación 2024/54 recientemente enviada por la OACI con fecha 30 de abril de 2024.

2.3 Desde 2022 se han registrado en el Repositorio Central Europeo alrededor de 22 500 casos, con 1 137 menciones a la usurpación de señales en el título del informe. Ambas cifras exhiben una fuerte tendencia al alza a lo largo del periodo, y el número real de incidentes es mayor, ya que muchos no se notifican. El sistema voluntario de notificación de incidentes de ATM (EVAIR) de la Organización Europea para la Seguridad de la Navegación Aérea (EUROCONTROL) ha observado un aumento significativo de las salidas de servicio del sistema mundial de determinación de la posición (GPS) vinculadas a interferencias del GNSS desde 2018 en la zona de la Conferencia Europea de Aviación Civil (CEAC), convirtiéndose en el suceso más notificado en comparación con todos los demás (alrededor del 40 %).

2.4 La situación llevó a la Agencia de la Unión Europea para la Seguridad Aérea (AESA) a publicar en noviembre de 2023 el boletín de información de seguridad 2022-02R2 con recomendaciones y medidas paliativas. El boletín informa de que se pueden experimentar interferencias del GNSS en cualquier parte del mundo y que las zonas más afectadas son el Mar Negro, sur y este del Mediterráneo, Oriente Medio, Mar Báltico y Ártico. Las acciones de promoción de la seguridad operacional emprendidas por AESA, otras autoridades de aviación civil, explotadores aéreos, proveedores de servicios de navegación aérea (ANSP) y fabricantes están aumentando la conciencia sobre el problema, y las partes interesadas están aplicando medidas de mitigación. La aviación ha podido mantener las condiciones de seguridad operacional, pero estas medidas han supuesto una carga muy importante tanto para las tripulaciones de vuelo como para el personal de control de tránsito aéreo. Además, a pesar de estas medidas, las interferencias deliberadas del GNSS siguen afectando a las operaciones de vuelo y a la conectividad para el público usuario.

2.5 Las nuevas normas de aviación para los sistemas y receptores GNSS deberían facilitar la detección de interferencias y la aplicación de medidas de mitigación para aumentar la robustez y la resiliencia, y en paralelo se trabaja en el desarrollo de sistemas alternativos de posición, navegación y temporización. Sin embargo, la aviación tardará mucho tiempo en mejorar los sistemas operacionales para que sean más resistentes a las interferencias, lo que significa que los explotadores aéreos seguirán expuestos a ellas en los próximos años. Por lo tanto, es necesario mejorar los medios y las capacidades de monitorear el espacio aéreo y las aeronaves afectadas por interferencias del GNSS que permitan la ejecución de los procedimientos de contingencia necesarios para mantener la seguridad operacional y reducir las repercusiones. Si el número de interferencias por usurpación de señales sigue creciendo al ritmo actual, puede llegar a ser imposible mantener la capacidad en algunos espacios aéreos. Esto podría tener un impacto económico considerable en la aviación y en muchas industrias afines, y podría repercutir en la conectividad que se ofrece al público usuario en todo el mundo. Esta situación no es aceptable y tampoco es sostenible.

3. CONCLUSIÓN

3.1 A la luz de lo expuesto, se invita a la conferencia a aprobar la siguiente recomendación para limitar el impacto de las interferencias del GNSS en la aviación civil:

Recomendación 4.2/x - Interferencias del GNSS

Que los Estados:

- a) expresen su honda preocupación por la grave escalada reciente de interferencias perjudiciales del GNSS, en particular los incidentes notificados de usurpación de señales (*spoofing*), que representan un importante riesgo para la seguridad operacional y una amenaza a la ciberseguridad de las operaciones de aviación civil;
- b) condenen en los términos más enérgicos las interferencias perjudiciales del GNSS que no estén claramente justificadas por necesidades de seguridad o defensa, en particular las que pudieran afectar a los Estados vecinos y/o al espacio aéreo de alta mar, que al comprometer a la aviación civil entrañen un riesgo para la seguridad operacional del transporte aéreo y la continuidad de sus servicios;

- c) recuerden su compromiso de respetar la Constitución y el Reglamento de Radiocomunicaciones de la UIT⁹, en particular en el espacio aéreo en torno a los aeropuertos y cuando las interferencias puedan afectar a los Estados vecinos o al espacio aéreo de alta mar;
- d) reconozcan que las autoridades militares deben notificar a las autoridades de aviación, a los organismos que regulan el espectro radioeléctrico y a los ANSP acerca de sus actividades de interferencia deliberada del GNSS siempre que sea posible;
- e) consideren la conveniencia de instituir una adecuada vigilancia del espacio aéreo y de las aeronaves afectadas por las interferencias del GNSS, incluyendo la detección de las fuentes de interferencia; y
- f) dispongan la aplicación de medidas de mitigación adecuadas (p.ej., instrucción, procedimientos operacionales, notificación) a cargo de los ANSP y los explotadores aéreos, y también de los fabricantes (p.ej., aumentar la robustez y resiliencia a las interferencias que afectan a diversos sistemas de aeronave);

Y que la OACI:

- g) siga evaluando el impacto de las interferencias perjudiciales del GNSS en la seguridad operacional y la continuidad de las operaciones de la aviación civil, definiendo las medidas de mitigación correspondientes y recordando a los Estados sus responsabilidades; y
- h) elabore orientación sobre la norma del Anexo 11 de la OACI (2.18 y 2.19) para facilitar la notificación de interferencias perjudiciales del GNSS por parte de la aviación militar a la civil en apoyo de la recomendación d) anterior. La orientación también debería ampliarse para que pueda utilizarla cualquier fuerza militar en caso de detectarse interferencias del GNSS que puedan afectar a la aviación civil.

— FIN —

⁹ Concretamente, los artículos 45, 47 y 48 de la Constitución de la UIT y los artículos 15.5 y 15.22 de su Reglamento de Radiocomunicaciones.