



NOTA DE ESTUDIO

DECIMOTERCERA CONFERENCIA DE NAVEGACIÓN AÉREA

Montreal, Canadá, 9 al 19 de octubre de 2018

COMITÉ A

**Cuestión 2 del
orden del día:**

**Habilitación del sistema mundial de navegación aérea
2.2: CNS integradas y estrategia sobre el espectro**

**ESTADO ACTUAL Y EVOLUCIÓN DE LA CONSTELACIÓN GLONASS COMO PARTE
DE UN SISTEMA GNSS CON MÚLTIPLES CONSTELACIONES**

(Nota presentada por la Federación de Rusia)

RESUMEN

En esta nota se describe el estado actual de la constelación rusa GLONASS y se presentan varios aspectos de su desarrollo futuro y su uso como parte del sistema mundial de navegación por satélite (GNSS) para establecer servicios con constelaciones múltiples y multifrecuencias (MFMC) a fin de garantizar la seguridad operacional y la eficiencia de la aviación civil internacional.

A largo plazo, se espera que estén disponibles las normas de aviónica para poder utilizar todos los elementos y señales del GNSS.

Medidas propuestas: Se invita a la Conferencia a:

- a) tomar nota del contenido de este documento;
- b) apoyar la recomendación 2.2/x de la nota AN-Conf/13-WP/15 – *Evolución del sistema mundial de navegación por satélite* (GNSS);
- c) solicitar a la OACI que siga considerando los aspectos normativos internacionales del uso de elementos del GNSS, y que agregue al programa de trabajo de la OACI la formulación de normas y métodos recomendados (SARPS) para nuevos elementos y nuevas constelaciones, en pro de la seguridad operacional y la eficiencia de la navegación aérea internacional.

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Al considerar la evolución del sistema mundial de navegación por satélite (GNSS) y, en particular, la situación de los sistemas mundiales de determinación de la posición (GPS) y de navegación por satélite (GLONASS), la duodécima Conferencia de navegación aérea (Montreal, 19-30 de noviembre de 2012) señaló que los sistemas GPS y GLONASS habían sido ofrecidos a la comunidad internacional sin cargos directos al usuario, y reconoció que el GNSS es un recurso mundial del que se derivan numerosas aplicaciones de gran utilidad y que los servicios de GNSS básicos debían prestarse sin cargos

¹ La versión en ruso fue proporcionada por la Federación de Rusia.

directos para el usuario. El uso de señales de constelaciones múltiples (MC) que transmiten en bandas de multifrecuencias (MF) está generando un potencial de mejoras aún mayores en el rendimiento técnico y de navegación para obtener beneficios operacionales importantes.

1.2 En esta nota se analiza la integración de varias de las principales constelaciones (o de todas) que transmiten señales en múltiples espectros de frecuencias protegidos para la aviación (constelaciones múltiples en multifrecuencias (MFMC)). Sin embargo, esto no excluye soluciones que usen inicialmente varias constelaciones en dos bandas de frecuencias (constelaciones múltiples en dos frecuencias (DFMC)) e incluso una constelación que transmita en dos bandas de frecuencias (dos frecuencias, una constelación (DFSC)) o una señal en una sola frecuencia de constelaciones múltiples grandes (una frecuencia, constelaciones múltiples (SFMC)).

2. ESTADO ACTUAL DE LA CONSTELACIÓN GLONASS

2.1 Población de la constelación del sistema

2.1.1 En los últimos años la constelación GLONASS se ha mantenido en una población nominal de 24 satélites y se ha actualizado significativamente. Al 24 de junio de 2018, el sistema GLONASS estaba conformado por 24 satélites, utilizados para los fines previstos. De ellos, 23 son vehículos espaciales de segunda generación (GLONASS-M) y uno de tercera generación (GLONASS-K).

2.1.2 A medida que sea necesario se lanzarán otros vehículos GLONASS para remplazar satélites que hayan fallado o que hayan llegado al final de su vida útil. Los vehículos en reserva para lanzamientos futuros consisten en cinco GLONASS-M actualizados que se fabricaron y están actualmente almacenados (fuera de emitir señales por división de frecuencia en la banda L1, el satélite GLONASS-M actualizado también transmite señales por división de código en la banda L3). El lanzamiento de los GLONASS-M actualizados facilitará una transición más rápida a señales por división de código (CDMA) en la banda L3. Después del lanzamiento de estos cinco satélites, cualquier otra adición al grupo será GLONASS-K. Comenzando con determinado número de serie, transmitirán señales CDMA en la frecuencia L1, además de transmitir señales CDMA en la frecuencia L3. Actualmente están ya en órbita dos GLONASS-M actualizados que transmiten en CDMA en L3 (el primer GLONASS-M actualizado con un transmisor de señales CDMA en la frecuencia L3 del GLONASS se lanzó y entró en servicio a mediados de 2014, y el 17 de junio de 2018 se lanzó un segundo, que se está ahora integrando en el sistema). También hay un GLONASS-K transmitiendo CDMA en L3. Con la introducción de CDMA, la compatibilidad retroactiva de los nuevos satélites se obtiene conservando las señales FDMA en L1 y L2 y transmitiendo además señales CDMA en L1 y L3.

2.2 Eficiencia actual del GLONASS

2.2.1 Los parámetros operacionales actuales del GLONASS se evalúan rutinariamente y los resultados se envían a la OACI para confirmar su conformidad con las normas y métodos recomendados (SARPS) de la OACI. En este momento, la precisión de distancia promedio de la constelación es de 1,4 m. La probabilidad de que se produzca una falla de servicio grave, sobre lo cual se incluirán requisitos en los SARPS, es de 6×10^{-5} según los datos disponibles a fines de 2017.

2.3 **Experiencia positiva de los operadores rusos con receptores combinados GLONASS/GPS**

2.3.1 El GLONASS es un sistema de navegación autónomo que cumple con los SARPS de la OACI. No obstante, con frecuencia la aviación civil rusa utiliza el GLONASS conjuntamente con el sistema GPS, en receptores combinados GLONASS/GPS desarrollados por la industria rusa de conformidad con las normas nacionales. Actualmente más de 600 aeronaves rusas están equipadas con sistemas GLONASS/GPS a bordo. La experiencia con estos receptores demuestra que hay mejoras en la disponibilidad, continuidad del servicio e integridad, en particular cuando hay interferencia que afecta la recepción estable de las señales de navegación del GLONASS o del GPS.

2.3.2 Las mejoras en los parámetros citados han aumentado el potencial de navegación vertical (VNAV), tanto en operaciones en ruta como cerca de los aeropuertos, incluyendo procedimientos de aproximación con guía vertical (LNAV/VNAV) sin aumentación basada en tierra o en satélites. El uso simultáneo de dos constelaciones también reduce el impacto de ciertas fallas técnicas por la capacidad colectiva de funcionar. Por ejemplo, durante la falla del sistema GLONASS en abril de 2014 y del GPS en febrero de 2016, el equipo combinado a bordo siguió funcionando y no se detectaron interrupciones en la localización de la posición de las aeronaves.

2.3.3 En 2017, la RTCA finalizó y publicó la norma de la industria (MOPS) DO-368 – *Normas de performance operacional mínimas para equipo de a bordo GPS/GLONASS (FDMA + antena) L1-únicamente*. Esto abre la posibilidad de utilizar la solución de navegación del sistema doble en aeronaves de fabricantes extranjeros, aprovechando así sus ventajas sin tener que esperar a que termine el proceso de normalización e implementación de soluciones de constelaciones múltiples en dos frecuencias. Además, podría utilizarse el equipo GPS/GLONASS que se ha operado exitosamente en aeronaves rusas, y reducir de esta manera el tiempo y el dinero que se gasta en equipo.

3. **EVOLUCIÓN DEL SISTEMA GLONASS COMO PARTE DE UN GNSS CON CONSTELACIONES MÚLTIPLES Y MULTIFRECUENCIAS (MFMC)**

3.1 El concepto de un GNSS MFMC prevé la utilización de señales de acceso múltiple por división de código (CDMA) como base para la efectiva interoperabilidad y compatibilidad de las constelaciones y las señales. El plan es que todos los satélites de la constelación GLONASS transmitan una señal CDMA en la frecuencia L3 para 2021, junto con la señal FDMA en L1 y L2. Posteriormente, las señales CDMA también se transmitirán en la frecuencia L1, tentativamente para 2028.

3.2 Los documentos de control de interfaz (ICD) para las señales por división de código del GLONASS fueron aprobados en 2016 y estuvieron también disponibles en inglés desde octubre de 2017. Los ICD se usaron luego como base para el proceso de preparar y posteriormente validar modificaciones de los SARPS para las señales CDMA del GLONASS. Según la hoja de ruta para la formulación de SARPS hasta 2020, se completarán SARPS para todos los elementos nuevos de las principales constelaciones, incluyendo las señales CDMA del GLONASS y L5 del GPS, así como de los sistemas Galileo y BeiDou.

3.3 Ya se está trabajando para alcanzar el objetivo a largo plazo de incorporar todos los elementos del GNSS en un receptor. Se ha confirmado, mediante varios prototipos de navegación y antenas para uso en la aviación, que la complejidad y el costo de desarrollar equipo capaz de recibir todas las señales futuras del GNSS no aumentan sustancialmente.

3.4 Se espera que a largo plazo las normas de aviónica permitan el uso de todos los elementos y señales con MFMC. A medida que evoluciona el GNSS, también tienen que actualizarse los SARPS de la OACI y las normas de la industria para que se apliquen a todos los elementos del GNSS.

4. FORMAS DE LLEVAR A CABO LA INTRODUCCIÓN DE TODOS LOS ELEMENTOS DEL GNSS A LARGO PLAZO

4.1 En un futuro próximo, Estados Unidos (GPS), la Federación de Rusia (GLONASS), Europa (Galileo) y China (BeiDou) podrán en servicio constelaciones de GNSS que transmiten señales en dos frecuencias. Ya se están utilizando sistemas de aumentación basados en satélites y en tierra (SBAS/GBAS) DFMC. Teniendo esto en cuenta, es esencial que la OACI continúe trabajando activamente, en estrecha coordinación con las organizaciones pertinentes, para formular normas acordes con los principios y enfoques establecidos en el recientemente publicado concepto de operaciones (ConOps) sobre GNSS DFMC.

4.2 Para aplicar los resultados de la OACI en la práctica y usar eficientemente la capacidad operacional de los campos de radionavegación que se están creando, es esencial que la industria siga normalizando y certificando el equipo aeronáutico apropiado con capacidad para procesar las señales CDMA de todas las constelaciones y elegir las combinaciones de constelaciones más efectivas desde el punto de vista de calidad y seguridad operacional. La normalización de la industria basada en un número limitado de constelaciones podría llevar a la desaconsejable imposición de elementos específicos del GNSS, y a un aumento de los costos de reacondicionamiento gradual de aeronaves con receptores multisistemas y diversas combinaciones de sistemas.

4.3 Es esencial que la OACI intensifique sus esfuerzos por informar más a los Estados sobre el objetivo a largo plazo establecido en el ConOps, y en particular sobre los aspectos relacionados con limitaciones en el uso de elementos del GNSS que podrían tener repercusiones negativas en la seguridad de vuelo, ya que éstas hacen imposible aprovechar los beneficios para la seguridad de vuelo que aportan esos elementos. En este sentido, sería muy oportuno que la OACI formulara textos de orientación adicionales para ayudar a los Estados con la aprobación y el uso de elementos existentes y futuros del GNSS.

5. CONCLUSIÓN

5.1 Teniendo en cuenta que los sistemas GPS y GLONASS están funcionando en sus configuraciones nominales y que están evolucionando con la incorporación de nuevas señales, y también que se aproxima la puesta en servicio de los sistemas Galileo y BeiDou, es oportuno respaldar con normatividad internacional la implementación del GNSS con sistemas múltiples en los Estados, sin prohibiciones de utilizar elementos o constelaciones específicas del GNSS, lo cual exige la formulación de disposiciones apropiadas en la OACI. Además, también debería liberarse a la industria de esas prohibiciones y evitar que se excluyan algunos elementos del GNSS de los planes de normalización de la industria.

5.2 En términos generales, se invita a la Conferencia de navegación aérea a apoyar la recomendación 2.2/x, presentada en la nota AN-Conf/13-WP/15 – *Evolución del sistema mundial de navegación por satélite (GNSS)*.

5.3 Se considera aconsejable formular normas de la industria y desarrollar el equipo aeronáutico apropiado con capacidad para procesar señales CDMA de todas las constelaciones y tomar la decisión de seleccionar las combinaciones de constelaciones más efectivas en términos de calidad y seguridad operacional.