

NAVEGACIÓN EN EL ÁRTICO

Fernando DEL POZO GARCÍA
De la Academia de las Ciencias y las Artes Militares



(Retirado)



A reducción constante del hielo del Ártico hace que esté aumentando sustancialmente todo tipo de navegación en sus aguas:

- Tráfico transártico, que algunos armadores ya están intentando convertir en servicios regulares, incluso construyendo barcos especializados, como la naviera TeeKay, que ha puesto en servicio el primer buque de transporte de gas natural licuado (LNG) con capacidad de rompehielos, el *Eduard Toll*; también el grupo ruso Rosatom está planeando activamente operar una línea de transporte de contenedores a lo largo de la Ruta del Norte para competir con las del canal de Suez y Gibraltar; además de los numerosos viajes experimentales hechos en años recientes, de los que uno de los más notorios fue el exitoso de los *Beluga Fraternity* y *Beluga Foresight* en 2009.
- Tráfico intraártico, ya muy activo, aunque casi exclusivamente entre puertos rusos, como Dudinka en el río Yeniséi, que apoya al complejo minero en Noril'sk; Yamburg, Noviy Port y Sabetta en el río Obi, también en Siberia, y en la Rusia europea, Varandey, que sirve a las instalaciones en el río Pechora. Una excepción a esta red exclusiva de Rusia es el «puente ártico» Múrmansk-Churchill, que exporta la producción de trigo de Manitoba, Canadá, sin comunicación por carretera con el resto del país, a cambio de fertilizantes de Rusia, con parecido problema para su distribución continental.
- Tráfico de ecoturismo, científico, de investigación, de pesca, etc., probablemente el que tiene un mayor crecimiento.

Todo este aumento de la actividad de navegación necesita soporte en forma de cartas de calidad, ayudas a la navegación (faros, boyas, balizas, marcadores, etc.), bases y medios de búsqueda y rescate (SAR), un sistema de identificación automática (AIS) en funcionamiento, pronósticos meteorológicos y de hielo continuos, comunicaciones fiables y posicionamiento, navegación y tiempo (PNT).

Sin embargo, todos esos medios de apoyo son deficientes en latitudes altas, en mayor o menor grado, por diferentes razones: no hay suficientes datos hidrográficos para producir cartas de calidad (y se tardará muchos años en tenerlos) ni ayudas a la navegación (AtoN), excepto en los ríos rusos; existen grandes distancias y ausencia de bases para las operaciones SAR; el AIS no funciona debido a que la escasez del tráfico no desencadena respuestas para permitir que el SOTDMA (1) funcione; predicciones meteorológicas y de hielo poco fiables por la mala cobertura satelital y la escasez de estaciones costeras, etcétera.

En este artículo nos centraremos en los sistemas de navegación electrónica y las comunicaciones relacionadas con ello.

Global Navigation Satellite Systems (GNSS)

En los últimos años, en particular desde la orden presidencial de Estados Unidos de 2000 de abandonar la característica de Disponibilidad Selectiva (2) del Sistema de Posicionamiento Global (GPS), el posicionamiento de los buques ha llegado a depender exclusivamente de sistemas basados en satélites (GNSS), en primer lugar GPS, pero también en el ruso Global'naya Navigatsionnaya Sputnikovaya Sistema (GLONASS); el chino BeiDou, inicialmente

(1) SOTDMA (Self Organized Time Division Multiple Access), el estándar de AIS que permite intercambiar datos de posición, identidad y movimientos entre buques próximos de manera ordenada.

(2) La Disponibilidad Selectiva (Selective Availability Feature-SA) fue una degradación intencionada de las señales públicas de GPS implementadas por razones de seguridad nacional, que reducía su precisión por un factor de 10, aproximadamente. En mayo de 2000, por decisión del presidente Bill Clinton, el Gobierno de Estados Unidos suspendió de manera permanente el uso de la SA para que el GPS respondiera mejor a los usuarios civiles y comerciales de todo el mundo. En septiembre de 2007, anunció su decisión de adquirir la siguiente generación de satélites GPS, conocidos como GPS III, sin la función SA. Esto hizo que la decisión política de 2000 fuera irreversible y eliminara una fuente de incertidumbre en el rendimiento del sistema, que había sido motivo de preocupación para los usuarios civiles de GPS en todo el mundo. Es preciso añadir que un factor importante, si no el más, en la decisión americana fue la intención de erosionar la decisión europea de desarrollar el Galileo, correctamente percibido como un poderoso competidor, superior en muchos aspectos. La batalla contra el Galileo se planteó en el Consejo Atlántico, aduciendo razones militares, y se saldó con la mínima concesión europea de separar un poco más de lo hasta entonces planeado la frecuencia del Galileo de la del GPS.

con cobertura en el área de interés inmediata de China, pero que se planea que llegue a cobertura global en 2021; la Constelación India de Navegación (NavIC); el Sistema Satelital Quasi-Zenith (QZSS) japonés, los últimos tres con cobertura local, al menos de momento; y el europeo Galileo, llamado a tener prominencia mundial una vez que se despliegue del todo la constelación de satélites, prevista para este año.

Desde el punto de vista de la navegación en el Ártico, existen algunas diferencias importantes entre estos sistemas. Las órbitas del GPS están a una altitud de 25.000 km, equivalente a un período orbital de 14 horas, con una inclinación orbital de 55°. Como resultado, su cobertura en latitudes altas es pobre, ya que ningún satélite alcanza el cenit más allá de la latitud 55° N. A efectos de la navegación marítima o aérea, esto no afecta mucho a la precisión horizontal, al menos hasta 75° N, pero la determinación de la altitud es deficiente, lo que podría ser un problema para la navegación aérea, y en cualquier caso no alcanza la precisión horizontal requerida para la investigación científica e industrial, navegación de precisión y fines hidrográficos.

Esto mejora con el GLONASS, que utiliza una altitud ligeramente más baja, pero la inclinación orbital es de 64,8°, lo que le permite cubrir sustancialmente más al norte; y por el Galileo, que tiene una inclinación orbital ligeramente superior a la del GPS (56°) y mayor altitud, 30.000 km, con lo que funcionará mejor que el GPS en latitudes altas.

Sin embargo, ninguno de los GNSS, ya sea individualmente o en combinación de dos o más de ellos (lo que la mayoría de los receptores pueden manejar hoy), garantiza una navegación precisa más allá, aproximadamente, de 75° N. Esto, unido a la ausencia de AtoN, hace que la determinación de PNT en el Ártico sea incierta y esté llena de riesgos.

La limitación de hasta los 75° de latitud puede parecer poco relevante hoy, pues las actuales rutas transárticas e intraárticas apenas rebasan esa latitud; pero las predicciones de deshielo, que se vienen manifestando regularmente como conservadoras, nos dicen que las latitudes navegables irán creciendo los próximos años, hasta que hacia 2050 quedarán abiertas las rutas directamente transpolares, con lo que las necesidades de PNT alcanzarán los 90° N.

Hay que lamentar que algunos sistemas de navegación global que precedieron al GPS fueran dados de baja sin tener en cuenta su utilidad en el Ártico: Transit, el primer sistema satelital y predecesor del GPS, que utilizaba órbitas polares bajas (1.100 km) y que garantizaba cobertura completa en el Ártico (y en el Antártico), desapareció en 1996; Omega, un sistema hiperbólico de muy baja frecuencia que con solo ocho estaciones dio durante unos años cobertura global completa, fue desmantelado en 1997.

Sistemas de aumento

Tanto la UE como los Estados Unidos apoyan sus respectivos GNSS con la transmisión de los errores medidos locales, la denominada técnica diferencial, con la que se pueden aplicar correcciones a las posiciones obtenidas, mejorando así la precisión en un área amplia que rodea cada una de las estaciones. Estos sistemas son el Wide Area Augmentation System (WAAS) para el GPS y el European Geostationary Navigation Overlay Service (EGNOS) para Galileo. Sus estaciones en el área ártica se encuentran en cabo Norte (71° N) en Noruega, Ny-Ålesund (79° N) en las islas Svalbard, Peary Land (83° N) en Groenlandia, Ellesmere (82,5° N) y las islas Queen Elizabeth (77° N) en Canadá y Alaska (70° N), pero su cobertura en el Ártico más amplio es relativamente pequeña, y poco fiable como fuente de tiempo. Sin embargo, el principal problema es que ambos sistemas transmiten a través de satélites geoestacionarios, cuya huella está geoméricamente limitada a 81,5° de latitud, por encima de la cual están debajo del horizonte. En la práctica, debido a irregularidades del terreno, centelleo y otros problemas de propagación causados por la variabilidad ionosférica, la comunicación con satélites en órbita geoestacionaria se limita también a latitudes generalmente no superiores a 75°.

La solución

El problema de la PNT en el Ártico es por lo tanto evidente, y no tiene solución con los medios más modernos disponibles, ya que incluso la tecnología más avanzada está limitada por la geometría y otros obstáculos insuperables.

Por otro lado, experimentos del Reino Unido —frente a Tynemouth, en la costa noroeste de Inglaterra— dirigidos a este problema, experiencias de la vida real en aguas cercanas a las dos Coreas (3) y más recientemente en la costa del norte de Noruega durante los ejercicios militares rusos ZAPAD 2017 (4) han demostrado la vulnerabilidad de los GNSS a una interferencia deliberada, debido en gran medida a la muy baja potencia que utilizan esos sistemas. Este alarmante hecho, más la congestión del tráfico en algunas áreas como el Canal y la probabilidad remota pero medible de un fallo sistémico han llevado al menos a los gobiernos del Reino Unido y la República de Corea, así como al Servicio de Guardacostas de los Estados Unidos (USCG) —el principal

(3) Ver «Inside GNSS», 24 de abril de 2013.

(4) COULTRUP, Alexandra: *Aerospace Security-GPS Jamming in the Arctic Circle*, 4 de abril de 2019.

operador de Loran—, a buscar continuación al apoyo para sistemas terrestres independientes de los satélites.

A pesar de ello, y de los vehementes consejos en contra incluyendo los del Congreso y el Senado, en 2009 una Directiva Presidencial de los Estados Unidos puso fin al Loran-C (la última generación operativa de Loran). Sin embargo, para entonces estaban ya muy avanzados los estudios sobre un Loran mejorado (enhanced Loran, o eLoran), con técnicas diferenciales integradas para mejorar la precisión, y esto no estaba incluido en la directiva de terminación. Por otro lado, un eLoran nuevo depende de la infraestructura existente de Loran-C, por lo que el éxito final en la implementación de un eLoran no está asegurado.

Las características que hacen del eLoran un complemento adecuado y reserva de GNSS (y a la vez una valiosa alternativa en el Ártico) son: una señal potente y estructuralmente robusta, que le hace mucho menos vulnerable que los GNSS a las interferencias y falsificaciones; mayor fiabilidad, ya que las estaciones son accesibles y pueden repararse o reemplazarse si es necesario (incluso hay una versión móvil/transportable por aire de estación Loran); menor susceptibilidad a las perturbaciones atmosféricas debido a que utiliza una frecuencia más baja; suficiente —aunque menos que excelente— precisión para las entradas en puerto (normalmente, el 95 por 100 de Error Circular Probable del Loran «crudo» es de 20 m y del eLoran diferencial es inferior a 10 m, frente a los tres metros del moderno GPS y los 30 cm de Galileo).

Pero mientras que las técnicas diferenciales mejoran la precisión de ambos GNSS y eLoran, la transmisión de eLoran diferencial no requiere satélites geoestacionarios, uno de los principales problemas de los GNSS diferenciales en el Polo Norte, como se ha visto antes. Por otro lado, la estructura de la señal permite la transmisión de, además de sus propias correcciones diferenciales, las de otro cualquier GNSS, mensajes de seguridad de navegación, ayudas virtuales a la navegación, etcétera.

Como resumen, y utilizando las palabras de una publicación especializada en GNSS: «eLoran cumple con los requisitos de precisión, disponibilidad, integridad y continuidad de rendimiento para las maniobras de aproximación y entrada en puerto, aproximaciones instrumentales aéreas de baja precisión, navegación de vehículos terrestres y servicios basados en la localización. Es una fuente precisa de tiempo (fase) y frecuencia. Además, eLoran proporciona acimut al usuario y tiene integridad incorporada» (5). Su único inconveniente

(5) *Innovation: Enhanced Loran*. GPS World Staff, 23 noviembre 2015: «[eLoran] meets the accuracy, availability, integrity and continuity performance requirements for maritime harbour entrance and approach manoeuvres, aviation non-precision instrument approaches, land-mobile vehicle navigation and location-based services. It's a precise source of time

es que no proporciona altitud, lo que sin embargo puede resolverse integrando los receptores con un altímetro.

Pero la gran ventaja que eLoran aporta a la escena ártica es la capacidad de incorporar en su transmisión Ayudas a la Navegación Virtuales (VAtoN). Esto ya ha sido regulado por la International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities (IALA), así como para otros sistemas como AIS y los protocolos de comunicación, WiMAX, GPRS, etc. Se ha mencionado anteriormente que la falta de AtoN en el Ártico es una deficiencia con un enorme impacto en la seguridad, y aunque las VAtoN «no están destinadas a reemplazar las ayudas físicas a la navegación» (6), ciertamente «pueden proporcionar una notificación temprana al navegante de información urgente, temporal o dinámica», y están recomendadas para, entre otras circunstancias, «nuevos riesgos (fijos o dinámicos); áreas temporales a evitar; cambios hidrográficos; reemplazo temporal de AtoN físicas fuera de servicio; navegación polar; condiciones de hielo y navegación» (7). Es fácil reconocer en esta lista lo adecuadas que son para el Ártico las VAtoN, y que son una adición valiosa aportada por un sistema, eLoran, que ya de por sí se adapta bien al problema del PNT Ártico.

Actualmente, nueve naciones están operando Loran-C o eLoran, incluidos el Reino Unido, Rusia y China (8), y parece que la República de Corea, India y Arabia Saudí están considerando actualizar Loran-C a eLoran (9). Todo esto significa que todavía estamos a tiempo para rescatar los restos de Loran-C y el eLoran experimental con miras a implementar este último en el Ártico.

Conclusión

Está claro que las nuevas rutas del Ártico requieren sistemas de navegación que reemplacen, complementen o mejoren el funcionamiento insatisfactorio de los GNSS en esas latitudes. La Unión Europea —con cinco Estados miembros en el Arctic Council y Nordic Council (10), siete más como observadores permanentes (11), España entre ellos, miembros adicionales en otras

(phase) and frequency. Additionally, eLoran provides user bearing (azimuth) and has built-in integrity».

(6) *IALA Guidelines 1081*, marzo de 2010.

(7) *Ibídem*, p. 6.

(8) En España hay dos estaciones de Loran-C, en Estaca de Bares (La Coruña) y l'Estartit (Gerona), que han sido apagadas, aunque desconocemos si también desmanteladas.

(9) *Innovation: Enhanced Loran...*, p. 12.

(10) Dinamarca, Finlandia, Islandia, Noruega, Suecia.

(11) Francia, Alemania, Italia, Países Bajos, Polonia, España, Reino Unido.

organizaciones árticas (12) e incluso la propia Comisión de la UE como miembro del Barents Euro-Atlantic Council y del Council of the Baltic Sea States— está muy bien posicionada para tomar iniciativas que mejoren la seguridad de la navegación en el Ártico y que al mismo tiempo proporcionarían una deseable redundancia a los sistemas satelitales en uso, incluido el potente Galileo.

BIBLIOGRAFÍA

- KRASKA, James: «Arctic Security in an Age of Climate Change», US Naval War College. Cambridge University Press.
- KRAMER, Andrew E.: «Arctic Shortcut Beckons Shippers as Ice Thaws». *The New York Times*, 10 de septiembre de 2009.
- CHRISTENSEN, Svend Aage: «Are the northern sea routes really the shortest?». *DIIS Brief*, marzo de 2009.
- BELUGA EF-Series, septiembre de 2008.
- «Enhanced LORAN Definition Document», 16 de octubre 2007, International LORAN Association.
- BERKMAN, Paul Arthur: *Whitehall Paper 75*. «Environmental Security in the Arctic Ocean», 2010.
- PÉLOUAS, ANNE: «L'amélioration de la cartographie maritime du passage du Nord-Ouest, dans l'Arctique, devient une priorité». *Le Monde*, 7 septiembre 2010.
- CATALÁN PÉREZ URQUIOLA, Manuel: «Los océanos polares y el posible cambio en el clima». Comité Polar Español.
- Naval Challenges in the Arctic Region*. Wise Pens International, septiembre de 2013.
- DEL POZO, Fernando: «Navegación y explotación del Ártico en las nuevas condiciones climáticas». *Instituto Español de Estudios Estratégicos*, enero de 2015.
- «Rules of Navigation. Regulations for navigation on the seaways of the Northern Sea Route». *USSR*, 14 de septiembre de 1990.
- STEINICKE, Stefan; ALBRECHT, Sascha: «Search and Rescue in the Arctic». German Institute for International and Security Affairs, diciembre de 2012.
- «The Contribution of Space technologies to Arctic policy priorities». *Polar View*, marzo de 2012.

(12) Estonia, Alemania, Lituania, Letonia y Polonia en el Consejo de Estados del Mar Báltico.

El *Meteoro* saliendo de Cartagena rumbo a la zona de medición para llevar a cabo una calibración acústica y magnética, marzo de 2019. (Foto: Óscar Rodríguez Rodríguez).

