



NOTA DE ESTUDIO

DECIMOTERCERA CONFERENCIA DE NAVEGACIÓN AÉREA

Montreal, Canadá, 9 al 19 de octubre de 2018

COMITÉ A

Cuestión 3 del

orden del día:

Mejoramiento del sistema mundial de navegación aérea

3.5:

Otras cuestiones relacionadas con la ATM

SISTEMA DE REFERENCIA AL NORTE VERDADERO (NORTE GEOGRÁFICO)

(Nota presentada por el Canadá)

RESUMEN

En el párrafo 9.8.1 del Anexo 4 de la OACI — *Cartas aeronáuticas* undécima edición, se requiere que las marcaciones, derrotas y radiales se publiquen en grados magnéticos, salvo en circunstancias excepcionales en las que las marcaciones, derrotas y radiales pueden estar alineadas al norte verdadero o al norte de cuadrícula. En la Duodécima Conferencia de navegación aérea (AN-Conf/12), Canadá introdujo una moción en la nota AN-Conf/12-WP/147, párrafo 4.3.5, para pasar de un sistema de referencia al norte magnético a un sistema de referencia al norte verdadero.

Con el cambio de sistemas de aeronave de analógicos a digitales, las discrepancias de variación magnética han causado y seguirán causando errores operativos en los procedimientos de navegación basada en la performance (PBN), en las aproximaciones y aterrizajes automáticos CAT II/III y en la codificación AIRAC 424 para todos los tramos de curso y de rumbo. Los tramos de derrota no tendrán los mismos errores de desconexión de tramos que se registran en los tramos de curso y de rumbo, pero podrían tener errores en la presentación en pantalla.

Se propone eliminar la práctica de utilizar un sistema de referencia al norte magnético para las marcaciones, derrotas y radiales y en su lugar publicar y utilizar únicamente el sistema de referencia al norte verdadero. Los procedimientos están diseñados con referencia al norte verdadero y se convierten a norte magnético. La mayoría de las aeronaves grandes utilizan sistemas de unidades de referencia inercial y de gestión de vuelo que completan los cálculos utilizando el norte verdadero y añaden valores de variación magnética de las tablas para presentar la información a los pilotos. Actualmente se dispone de giróscopos a costos más competitivos para aviones medianos y pequeños que utilizan tecnología de fibra óptica (FOG) y sistemas microelectromecánicos (MEMS). Las pequeñas aeronaves que operan con reglas de vuelo visual (VFR) calculan las trayectorias de vuelo con referencia al norte verdadero y convierten las derrotas a valores de norte magnético antes de realizar un vuelo.

Los transportistas aéreos, proveedores de servicios de navegación aérea (ANSP) y fabricantes de equipos originales (OEM) de aviónica invierten millones al año para el tratamiento de las variaciones magnéticas.

La tecnología disponible actualmente hace obsoleto el uso de un sistema de referencia al norte magnético, el cual aumenta los costos de los explotadores aéreos y de los ANSP e introduce un factor de inestabilidad en el seguimiento de aeronaves cuando existen diferencias de variación magnética menores y moderadas.

Medidas propuestas a la Conferencia: Se invita a la Conferencia a convenir en la recomendación que figura en el párrafo 3.6

1. INTRODUCCIÓN

1.1 La variación magnética siempre ha planteado un problema para el diseño y operación de procedimientos por instrumentos, desde las fases de vuelo en ruta hasta las de terminal y de aproximación. Mientras que los sistemas de referencia de actitud y curso (AHRS) y los sistemas de referencia de rumbo magnético (MHRS) utilizan válvulas de flujo y el sentido magnético para la guía direccional, la tecnología basada en unidades de referencia inercial (IRU), giróscopos de fibra óptica (FOG) y sistemas microelectromecánicos (MEMS) funcionan con el norte verdadero y utilizan una tabla de variación magnética para consultar los valores locales y presentar los datos magnéticos a la aeronave y al piloto. Los sistemas AHRS se calibran por lo menos una vez al año para que puedan detectar errores magnéticos; el sistema de IRU/el sistema gestión de vuelo (FMS)/ y el (sistema de visión sintética (SVS) pueden no tener tablas de variación magnética actualizadas y, por lo general, no se les exige tenerlas.

2. ANÁLISIS

2.1 En Anchorage, Alaska, en 2012, la Administración Federal de Aviación (FAA) actualizó la variación magnética del aeropuerto y de las aproximaciones al PANC (Aeropuerto Internacional Ted Stevens de Anchorage) a fin de que reflejaran los valores actuales. Esto causó un desajuste entre la variación magnética utilizada en diversos sistemas de aeronave y la base de datos de navegación en el sistema de gestión de vuelos. Como resultado, los aviones Boeing (con excepción de los 737) experimentaron una guía lateral inaceptable al ejecutar aproximaciones CAT II y CAT III. Para rectificar el problema, la FAA restituyó la variación magnética al valor incorrecto pero utilizable para las aeronaves hasta que los explotadores de aeronaves pudieran actualizar sus tablas de variación magnética del sistema de referencia inercial. Esencialmente los rumbos proporcionados por las unidades de referencia inercial estaban en conflicto, a nivel de sistemas informáticos, con el sistema de mando automático de vuelo de las aeronaves y, como consecuencia, las aeronaves se balanceaban para un lado y otro cuando volaban utilizando ILS de CAT II o III.

2.2 Los aviones de los explotadores de aeronaves que utilizaban unidades de referencia inercial para los datos de rumbo estaban realizando aproximaciones CAT II y CAT III inestables en los aeropuertos canadienses. La investigación del caso reveló que las tablas de variación magnética de las aeronaves estaban desfasadas entre diez y quince años. Los cambios de la variación magnética y de los valores EPOCH se están produciendo con más rapidez. La National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA - Administración Nacional Oceánica y Atmosférica) ha recomendado que el Modelo Magnético Mundial 2015 se actualice a mitad de ciclo, ya que se considera que el pronóstico ya no es válido hasta 2020.

2.3 Aunque se desconoce el estado de las tablas de variación magnética de otros explotadores aéreos, cada explotador recibe información del fabricante de su sistema IRU sobre el estado de variación magnética aplicable y corresponde al explotador determinar de qué manera esto afecta a sus operaciones.

2.4 Mientras la aeronave siga derrotas utilizando el FMS, ésta normalmente volará correctamente en las derrotas en ruta, independientemente de la tabla de variación magnética y de la presentación al piloto. Para los pilotos la situación se presenta como un viento lateral no confirmado mediante la visualización de la dirección verdadera del viento en la presentación multifuncional (MFD) y las derrotas en las cartas variarán de aquellas en la presentación en la aeronave. Sin embargo, en algunas aeronaves el uso de las IRU al combinarse con la posición del FMS ocasiona que la aeronave comience “balancearse de un lado a otro” con los niveles de aproximación basadas en la performance de navegación requerida (RNP), p. ej., un DH8-100 que utilizaba las IRU con tablas de variación magnética de 1985 tuvo 12 grados de error en el Aeropuerto de Iqaluit (CYFB). Con el mejor cálculo posible de la posición en el FMS, la aeronave se balanceó para un lado y otro en una aproximación con viento en calma, ya que

el rumbo incorrecto generó un sistema de viento lateral artificial. No está claro si este “balanceo” habría sido más pronunciado con niveles de PNR más rigurosos.

2.5 Si la información de rumbo es incorrecta, las pistas sintéticas generadas por los sistemas de guía con visualizador de “cabeza alta” (HUD) no se superponen a la pista real.

2.6 Con información incorrecta sobre la variación magnética, las pistas de aproximación que se presentan en el FMS variarán con respecto a las que se muestran en las cartas hasta que el tramo se vuelva activo y pase a utilizar la variación magnética del diseño del procedimiento en lugar de la variación magnética del sistema de la aeronave.

2.7 La aeronave volará en un rumbo incorrecto en el vector hacia las operaciones finales. Dependiendo de la arquitectura del sistema, una intercepción estable hasta las operaciones finales puede retrasarse (por indecisión) hasta que la aeronave pueda resolver la diferencia entre el rumbo determinado por el indicador de desviación de curso (CDI) y la guía que se recibe del FMS mientras la captura está activa.

2.8 La referencia de rumbo al norte verdadero en una operación de navegación basada en la performance (PBN) simplificaría la elaboración de cartas, las operaciones de aeronaves y reduciría los costos en el futuro. Sólo en el Canadá, el costo del tratamiento de la variación magnética en varias publicaciones asciende a aproximadamente 500 000 00 CAD al año. Otros 300 000 00 CAD al año se utilizan para la rotación de los radiofaros omnidireccionales VHF (VOR) y para la verificación en vuelo de los procedimientos por instrumentos modificados para detectar cambios de variación magnética. En realidad, se trata de un trabajo potencialmente redundante para mantener las variaciones magnéticas en las disposiciones del Anexo 4 - *Cartas aeronáuticas* que no resulta en procedimientos operacionalmente más seguros. Otros gastos relacionados con las variaciones magnéticas incluyen:

- Señalización en los aeropuertos y nueva numeración de pistas.
- Alineamientos RADAR.
- Actualizaciones de las tablas de variación magnética de las aeronaves para IRU, FMS (nota – si las anteriores IRU no pueden aceptar una nueva tabla de variación magnética, éstas tienen que actualizarse y sustituirse).
- Reuniones para determinar las normas de la industria e iniciativas en materia de certificación para tratar los actuales problemas de variación magnética que afectan la flota mundial (incoherencias en las bases de datos, pérdida de la certificación CAT II y CAT III, problemas relativos a la RNP).

2.9 La flota mundial de aeronaves que cuentan con IRU podría cambiar su referencia al norte verdadero mediante un conmutador de selección en la aeronave o una modificación del soporte lógico que se haría una sola vez. Las flotas de aeronaves regionales que todavía utilizan válvulas de flujo magnético para alimentar los datos de brújula de los AHRS/MHRS podrían cambiar a sistemas no magnéticos con suficiente antelación (2030) o utilizar un convertidor de bajo costo entre las válvulas de flujo y la unidad de referencia de rumbo y actitud (AHRU).

2.10 Actualmente existen muchos sistemas de válvulas sin flujo que utilizan tecnología MEM y LITEF, que tienen un costo competitivo en comparación con los sistemas tradicionales AHRS/MHRS de estabilización magnética.

2.11 En la actualidad, un gran porcentaje de los aviones ligeros están equipados con GPS y todavía necesitarían ajustar los giróscopos direccionales a la brújula magnética líquida, como referencia.

Con el tiempo (2030) se podrían añadir compensadores para seleccionar la variación magnética local respecto a la brújula magnética líquida o, en el caso de aquellos que no quisieran instalar una brújula nueva, se podrían utilizar aplicaciones de maletines de vuelo electrónicos (EFB) como una medida intermedia para las correcciones. Esta iniciativa sería más rentable que los continuos cambios de datos en los servicios de navegación aérea (ANS) y en las flotas de aeronaves de gran tamaño.

2.12 No existe ninguna norma que garantice la utilización de tablas de variación magnética actualizadas para los sistemas IRU/FMS.

2.13 Muchos programas de monitorización de brújulas de reserva utilizan las IRU de la aeronave como sistema normalizado de referencia de rumbo de sus programas; y posiblemente utilizan datos incorrectos para sus programas de monitorización.

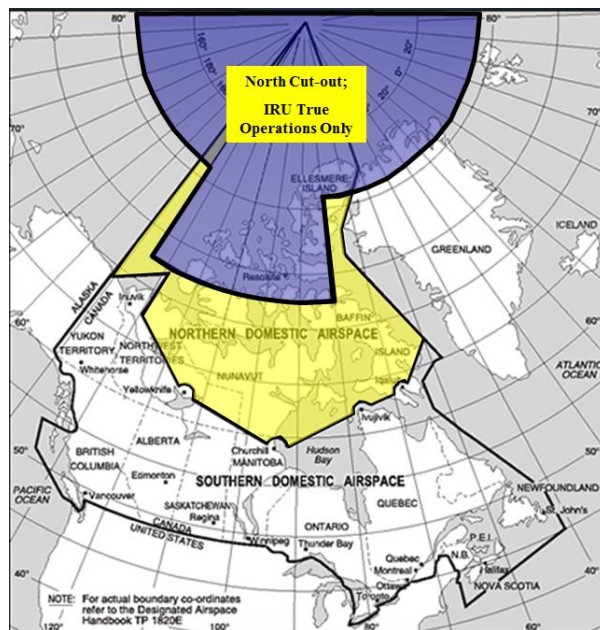
2.14 En el Canadá, el ANSP mantiene los procedimientos de vía aérea, de terminal y de aproximación a más o menos dos grados para los sistemas CAT I o de menor integridad.

2.15 En el Canadá, el ANSP mantiene las aproximaciones ILS CAT II/III a más o menos un grado.

2.16 La variación magnética asignada por el Estado para los procedimientos por instrumentos está codificada en las bases de datos de navegación y puede no coincidir con las variaciones magnéticas de los sistemas de aeronave, lo que da lugar a discrepancias entre los sistemas de la aeronave y las cartas que constituyen la fuente de los Estados.

2.17 Al RTCA SC-227, el grupo que se ocupa de la DO-236B (C), Normas mínimas de performance del sistema de aviación y de la DO-238A, Normas mínimas de performance operacional para la performance de navegación requerida para la navegación de área, se le ha encargado la cuestión de la variación magnética en las operaciones RNP para su inclusión en las normas de performance operacional mínima (MOPS) y en la norma de performance mínima del sistema de aviación (MASPS).

2.18 Desde hace mucho tiempo, el Canadá aplica procedimientos convencionales y basados en la PBN utilizando el norte verdadero como referencia de rumbo en una vasta zona del espacio aéreo nacional del norte del país. Esto ha servido como banco de pruebas para operaciones PBN basadas en el norte verdadero para operaciones en ruta, de terminal y RNP, LPV, LNAV y LNAV/VNAV. Las desconexiones de tramos que se observan en los tramos convencionales basadas en la ARINC 424 causadas por discrepancias de variación magnética no existen en las operaciones realizadas en este espacio aéreo cuando se opera con el norte verdadero.



2.19 El Canadá ha llevado a cabo una prueba de conversión en el espacio aéreo nacional en el sur del país, que consistió en que todos los datos del FMS utilizaron un valor de variación magnética de “0” para demostrar que era posible hacer la conversión al norte verdadero en un solo ciclo de base de datos. Se utilizó toda una combinación de procedimientos convencionales y PBN aplicando este método en los vuelos y las pruebas resultaron exitosas.

3. CONCLUSIONES

3.1 Los errores de variación magnética afectan de múltiples maneras la capacidad de distintas aeronaves de navegar con precisión. Cada explotador debe tener una clara comprensión de cuánto error de variación magnética hay dentro de su sistema de navegación y cuáles son las repercusiones en los diversos tipos de aproximación y niveles de RNP.

3.2 Las referencias al rumbo magnético han dejado de ser necesarias en las aeronaves que utilizan el norte verdadero en los cálculos de navegación. La conversión de las soluciones de rumbo y derrota a norte magnético como último paso para la utilización del piloto automático, la presentación y referencia para el piloto introduce errores a nivel de equipo y causa discrepancias entre los datos de las cartas y los datos de presentación en la aeronave.

3.3 Incluso los aviones ligeros que dependen únicamente de una brújula magnética utilizan cartas de navegación visual y pronósticos de viento superior que se calculan con referencia al norte verdadero. Con la excepción de la lectura directa de la brújula magnética líquida, las aeronaves ligeras podrán operar con norte verdadero. Para esta corrección se podrían utilizar ayudas rentables y fáciles de adquirir.

3.4 Las operaciones PBN modernas y las operaciones convencionales han sido objeto de ensayos en el espacio aéreo nacional en el norte del Canadá a través de actividades de validación en vuelo de procedimientos por instrumentos utilizando un sistema de referencia al norte verdadero. Un ensayo que tenía por objeto utilizar la referencia al norte verdadero en el espacio aéreo interior del sur del país resultó un éxito.

3.5 La explotación de las ANS con referencia al norte verdadero eliminaría los costos y el trabajo intenso de los ANS, los explotadores de aeronaves, los explotadores de aeropuertos, los proveedores de bases de datos y los encargados de certificaciones, y simplificaría en gran medida los sistemas de navegación.

3.6 A la luz de lo expuesto, se invita a la Conferencia a aprobar la siguiente recomendación:

Recomendación 3.5/X Sistema de referencia al norte verdadero

Que la Conferencia pida a los Estados y regiones que adopten un sistema de referencia al norte verdadero para 2030.

— FIN —