



FANS(II)/4-WP/20
21/7/93

ORGANIZACIÓN DE AVIACIÓN CIVIL INTERNACIONAL

**COMITÉ ESPECIAL PARA LA SUPERVISIÓN Y COORDINACIÓN DEL
DESARROLLO DEL SISTEMA DE NAVEGACIÓN AÉREA DEL FUTURO
Y DEL PLANEAMIENTO DE LA TRANSICIÓN (FANS FASE II)**

Cuarta reunión

Montreal, 15 de septiembre - 1 de octubre de 1993

- Cuestión 4 del orden del día:** Programas de investigación y desarrollo, pruebas y demostraciones en materia de comunicaciones, navegación y vigilancia (CNS) y de organización del tránsito aéreo (ATM)
- Cuestión 5 del orden del día:** Organización del tránsito aéreo (ATM)
- Cuestión 8 del orden del día:** Elaboración de un plan mundial coordinado

NAVEGACIÓN DE AERONAVES UTILIZANDO DATOS DE VIGILANCIA RADAR

(Presentada por el Sr. D. Diez, España)

RESUMEN

En esta nota de estudio se describe cómo los datos de posición de aeronaves procedentes de los sistemas ATC de vigilancia radar situados en tierra podrían utilizarse para mejorar la precisión y la disponibilidad de los datos de navegación de a bordo. También se propone investigar sobre este asunto y por tanto incluirlo en la lista de tareas que requieren ser realizadas para apoyar la implantación de los sistemas de comunicaciones, navegación y vigilancia/organización del tránsito aéreo CNS/ATM.

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Del mismo modo que el control de tránsito aéreo (ATC) tiene previsto utilizar datos procedentes de los sistemas de navegación de a bordo con fines de vigilancia dependiente automática (ADS), deberíamos considerar también la posibilidad de utilizar datos relativos a la posición de las aeronaves procedentes de los sistemas de vigilancia ATC de tierra, para lo que podríamos llamar navegación por radar de vigilancia (SRN).

27 VIII 1993

1.2 De hecho, los radares de vigilancia ATC se utilizan ya indirectamente con fines de navegación en aquellos casos en que los controladores de tráfico aéreo encargados de la navegación de las aeronaves las dirigen mediante vectorización radar.

2. DEFINICIÓN DE NAVEGACIÓN POR RADAR DE VIGILANCIA (SRN)

2.1 La SRN podría definirse de la siguiente manera:

2.1.1 La navegación por radar de vigilancia es una función para uso de las aeronaves que vuelen en la cobertura del radar ATC de tierra y del enlace de datos, en la cual el sistema de tierra transmite automáticamente por enlace de datos los datos extraídos directamente de las estaciones radar o de los sistemas de tratamiento de datos radar de vigilancia. Como mínimo, estos datos incluyen la identificación de la aeronave y su posición en dos dimensiones (longitud, latitud) determinada por el radar. Otros datos adicionales (la velocidad calculada por el sistema de tierra, la altitud determinada por un radar de aproximación de precisión (PAR) o un GCA, la altitud tal como se ha recibido de la aeronave, etc.) podrían suministrarse cuando fuese conveniente.

3. MENSAJES SRN

3.1 Los mensajes SRN podrían intercambiarse entre tierra y aire mediante varios enlaces de datos (Modo S, VHF, satélite).

3.2 Mensajes tierra-aire

3.2.1 Los mensajes de datos de posición SRN podrían transmitirse automáticamente por el sistema de tierra:

- a) a todas las aeronaves en contacto radar cuando así lo decida el sistema de tierra. Por ejemplo, inmediatamente después de la detección por el sistema de tierra [estación de control de tierra del sistema mundial de navegación por satélite (GNSS)] de un fallo o una degradación del segmento espacial del GNSS. Los mensajes SRN deberían enviarse periódicamente a intervalos definidos y establecidos por el sistema de tierra (por ejemplo, a cada detección o exploración radar); o
- b) solamente a aeronaves específicas, previa petición por parte de éstas de que se transmita un solo mensaje SRN, o un conjunto de ellos, periódicamente como se describe arriba.

3.2.2 Los mensajes SRN posiblemente deberán marcarse con la hora de detección radar de la aeronave, a no ser que se transmitan a ésta inmediatamente después de la detección radar (cuando se envían periódicamente) o inmediatamente después de hecha la petición de envío de un solo mensaje SRN.

3.2.3 Podría ser necesario que los mensajes SRN incluyeran un factor de calidad para indicar la precisión de la medida radar.

3.2.4 Probablemente habría que definir también un mensaje de **contacto radar perdido**, un mensaje de **punto de abandonar la cobertura radar** y un mensaje de **terminación de servicio SRN**.

3.3 Mensajes aire-tierra

3.3.1 Habría que definir un conjunto de mensajes de **petición de servicio SRN** y un mensaje de **terminación de servicio SRN**, originado en la aeronave:

- a) pedir el envío de un solo mensaje SRN;
- b) solicitar servicio periódico (los mensajes SRN se envían periódicamente a la aeronave hasta que ésta requiere la interrupción del servicio); y
- c) solicitar la terminación del servicio periódico.

4. MODOS DE OPERACIÓN SRN DE A BORDO

4.1 Podrían utilizarse los datos de posición de la aeronave, tal como han sido determinados por el sistema de vigilancia radar ATC, y una vez recibidos a bordo de la aeronave [sistema de gestión de vuelo (FMS), etc.] a través del enlace de datos, previo proceso adecuado en cuatro modos diferentes de operación.

4.2 Estos modos podrían ser los siguientes:

- a) modo supervisión de la vigilancia
- b) modo control de la integridad
- c) modo de navegación mejorada
- d) modo SRN en exclusiva

4.3 Modo supervisión de la vigilancia

4.3.1 En este modo los datos de posición y otros datos relativos a la aeronave extraídos del sistema de vigilancia radar ATC de tierra, son presentados en la unidad de visualización de cabina para propósitos de evaluación u otros, pero no se utilizan para la navegación de la aeronave.

4.3.2 Este modo podría utilizarse también para presentar el tráfico aéreo de los alrededores y para la detección de conflictos a corto plazo.

4.4 Modo control de la integridad

4.4.1 En este modo de comparación-alerta, la posición de la aeronave tal como es recibida del sistema de vigilancia radar ATC de tierra se compara (comparación-cruzada) en tiempo real con la posición de la aeronave extraída del sistema de navegación de a bordo (GNSS, VOR, etc.), disparando una alarma cuando se detecta una discrepancia entre ambas. Este modo permite la detección de errores, tanto en los sistemas de navegación de la aeronave como en el sistema de vigilancia radar ATC de tierra, y por tanto funciona como un sistema de control de la integridad.

4.5 **Modo de navegación mejorada**

4.5.1 En este modo los datos de posición de la aeronave tal como son recibidos del sistema radar ATC de tierra se procesan e integran [en (FMS), por ejemplo] con datos extraídos de los sistemas de navegación de a bordo [GNSS, VOR, equipo radiotelemétrico (DME), etc.].

4.5.2 El factor de calidad del mensaje SRN, y en algunos casos su marca horaria, deberán ser tenidos en cuenta en el proceso de integración.

4.5.3 Este modo permitiría la mejora de la función de navegación de la aeronave al incrementarse el nivel de integridad y disponibilidad y, a veces, la precisión de los datos de navegación. Este modo incluiría también el proceso del control de la integridad explicado arriba.

4.5.4 La integración de los datos SRN con el sistema mundial de determinación de la posición (GPS) podría resolver los problemas de disponibilidad y control de la integridad del GPS en áreas cubiertas por el radar de vigilancia de tierra, permitiendo la pronta retirada de gran parte de las ayudas a la navegación situadas en tierra [VOR, DME, radiofaro no direccional (NDB), etc.].

4.6 **Modo SRN en exclusiva (sistema de reserva para navegación)**

4.6.1 En este modo, utilizado normalmente cuando no hay disponible ninguna otra ayuda a la navegación, la SRN es utilizada por sí sola o en combinación con el sistema de navegación inercial (INS).

4.6.2 La SRN podría ser el sistema de reserva del futuro GNSS en áreas continentales de alta densidad cubiertas por radar ATC, donde se aplicarían separaciones muy reducidas y donde, por tanto, se necesitará un mayor nivel de disponibilidad y redundancia.

4.6.3 Una de las ventajas de la SRN es su carácter de sistema de navegación selectivo, donde los datos de navegación se envían sólo a aquellas aeronaves conocidas por el sistema de tierra, y si es necesario (en tiempos de tensión, crisis o guerra), los datos SRN podrían limitarse a aquellas aeronaves adecuadamente identificadas y autorizadas a recibir los datos. Por tanto, no hay razón por la que el sistema deba inhibirse, mientras que posiblemente habría que inhibir el GPS u otros sistemas porque podrían ser utilizados por tráfico no autorizado.

5. **DISCUSIÓN**

5.1 El tiempo transcurrido desde el momento en que el sistema radar ATC determina la posición de una aeronave y el momento en que los datos de posición son recibidos por la aeronave a través del enlace de datos, es un factor muy importante a considerar. Si este tiempo es muy corto, no sería necesario extrapolar a bordo para determinar la posición actual de la aeronave.

5.2 Aunque podrían utilizarse varios enlaces de datos (Modo S, VHF, satélite) para transferir la información de posición (SRN) a la aeronave, el más eficiente para esta aplicación sería el Modo S.

5.3 Un radar en Modo S podría determinar la posición de la aeronave, digitalizarla, calcular la latitud y longitud, y pasarla inmediatamente a la aeronave durante el mismo tiempo de iluminación en el que se determina la posición de ésta, sin necesidad, por tanto, de esperar a la siguiente exploración de

su antena de rotación mecánica. Si es así, podría no ser necesario recurrir a una antena de exploración electrónica (ESA), al objeto de transferir el mensaje SRN en el mínimo tiempo posible y, además, dicho mensaje no necesitaría marca horaria. De cualquier manera, todo esto deberá estudiarse.

5.4 Los actuales radares de vigilancia en Modo S utilizan haces formados por una antena, que a su vez rota mecánicamente a una velocidad determinada. El tiempo disponible para realizar cálculos y transferir el mensaje SRN o cualquier otro dato a la aeronave depende de esta velocidad de rotación.

5.5 Una antena de exploración electrónica (ESA) es una antena estática no rotatoria que genera haces que pueden ser dirigidos en cualquier dirección a voluntad, y mantenidos en ella hasta que la transferencia de datos se haya completado. Los cambios de dirección pueden hacerse casi instantáneamente, en microsegundos, utilizando modernos dispositivos de microondas de conmutación rápida. Es obvio que un sistema de antena tal como éste, que permite un tiempo de iluminación variable sobre blancos elegidos, podría ser mucho más eficiente.

5.6 También habría que estudiar los formatos, la resolución, y el sistema de referencia de coordenadas a utilizar en los mensajes SRN, así como también las modificaciones que sería necesario realizar en los sistemas de tierra (estaciones Modo S, etc.) y de a bordo (FMS, etc.).

6. CONCLUSIONES

6.1 La utilización de los sistemas radar de vigilancia ATC con el doble propósito de vigilancia y navegación permitiría el pronto retiro de gran parte de las ayudas a la navegación de tierra en áreas de cobertura radar y, consecuentemente, reducir los costos del sistema de control de tránsito aéreo, al tiempo que se mantiene un sistema de navegación, que es **selectivo**, como sistema de reserva del GNSS. Además, su integración con el GNSS podría incrementar la disponibilidad, y a veces la precisión, y permitiría controlar la integridad de los sistemas de vigilancia radar ATC y GNSS.

7. MEDIDA PROPUESTA

7.1 Se invita al Comité FANS a discutir esta nota, aceptar sus conclusiones y acordar las medidas pertinentes con objeto de realizar estudios sobre este asunto. También se propone que este tema se incluya en la lista de tareas que deben realizarse para apoyar la implantación de los sistemas CNS/ATM de la OACI.