

**ORGANIZACION DE AVIACIÓN CIVIL INTERNACIONAL
OFICINA REGIONAL SUDAMERICANA**

**PROYECTO REGIONAL RLA/99/901
SISTEMA REGIONAL DE COOPERACION PARA LA VIGILANCIA DE LA SEGURIDAD
OPERACIONAL**

QUINTA REUNIÓN DEL PANEL DE EXPERTOS DE AERONAVEGABILIDAD
(Lima, Perú, del 9 al 13 de setiembre de 2008)

Asunto 3: LAR 121 – Apéndice G – Sistema de Navegación Inercial

(Nota presentada por Luis Salinas Morón)

Resumen

Esta nota de estudio presenta el análisis respectivo de la propuesta de desarrollo del Apéndice G sobre Sistema de navegación Inercial de la LAR 121, con la finalidad de que sea evaluada en la Tercera Reunión del Panel de Expertos de Aeronavegabilidad (RPEA/3).

Referencias

- Anexo 6 Parte I
- LAR 121 Apéndice G – Aceptada por el Panel de Operaciones
- FAR 121
- EASA
- MCAR
- Informe de la RPEO/2
- Instrucciones para el trabajo de los Paneles de Expertos del SRVSOP
- Manual para los redactores de las LARs

1. Antecedentes

1.1. En la RPEE/1, realizada en Lima, Perú del 4 al 6 de diciembre de 2006, se estableció la necesidad de desarrollar el LAR 121, sobre *Requisitos de operación: Operaciones domésticas e internacionales, regulares y no regulares*.

1.2. En este sentido, durante la Segunda Reunión del Panel de Expertos de Operaciones, realizada del 3 al 8 de marzo de 2008 en Lima Perú, se evaluó y aceptó una propuesta del LAR 121. Como resultado de los análisis realizados, se determinó que ciertas secciones y Apéndices específicos del LAR 121 requerían de la evaluación y análisis del área de Aeronavegabilidad. Dentro de estas secciones se encuentra considerado el Apéndice G sobre Sistemas de Navegación Inercial para ser revisados y evaluados por el Panel de Aeronavegabilidad.

2. Análisis

Se evaluó el Apéndice A, de acuerdo a lo propuesto en la tarea, utilizando los siguientes criterios:

a) **Que el texto cumpla con las normas y métodos recomendados en el Anexo 6,** al respecto se verificó que en la Enmienda 32 del Anexo 6, Parte I, CAPÍTULO 7. EQUIPO DE COMUNICACIONES Y DE NAVEGACIÓN DE A BORDO, 7.2 Equipo de navegación, ítem: 7.2.2, se indica: “*En las operaciones para las que se ha prescrito una especificación de PBN, el avión deberá, además de los requisitos de 7.2.1: a) estar dotado de equipo de navegación que le permita funcionar de conformidad con las especificaciones para la navegación prescritas; y b) estar autorizado por el Estado del explotador para realizar dichas operaciones*”.

Basado en lo indicado en esta enmienda se orienta la presente Nota de estudio.

b) **Que se observen los principios de lenguaje claro,** en la propuesta presentada al final de este documento se mejora el texto presentado y se incluye otros aspectos relacionados.

- Se mejora la redacción del párrafo: “Solicitud para obtener la autorización”, relacionándose los criterios del programa de entrenamiento de la LAR 121.1540 y manteniendo los requisitos establecidos en la reunión del panel de expertos de Operaciones.

- Se mejora la redacción de los requerimientos para la instalación del sistema de navegación, utilizando los criterios del FAR 121.

c) **Que la idoneidad de su desarrollo sea de acuerdo con los requisitos propuestos para el Capítulos de Instrumentos y Equipos del LAR 121,** los capítulos I y J relacionados con “INSTRUMENTOS Y EQUIPOS DE LA AERONAVE de la LAR 121, se encuentran en proceso de estudio, sin embargo considerado que los requerimientos regulatorios sobre PBN (Navegación Basada en la Performance) el cual se basa en RNAV/RNP se consideró oportuno mantener el Apéndice G, bajo el principio de que ya se encuentra establecido en la mayoría de regulaciones de los países miembros del sistema, y porque contribuye con los requisitos que se deberán desarrollar para la implementación regional del PBN.

d) **Que los reglamentos regionales sean evaluados para identificar las oportunidades de mejora,** se evaluó las regulaciones aeronáuticas de varios países de la región encontrándose que la mayoría de ellos tiene implementado en sus regulaciones 121 un apéndice “G”, orientado al SISTEMA DE NAVEGACION INERCIAL (INS) Y RADAR DOPPLER, los cuales han sido desarrollados en base al **FAR 121** de los EEUU. Se encontró además varias oportunidades de mejora como se detalla a continuación:

- Se modifica la aplicabilidad exclusiva del Apéndice G para el sistema de Navegación Inercial, debido a que no es el único sistema autónomo que actualmente se puede utilizar en la navegación aérea, por lo cual se cambia el título y se orienta el texto en forma genérica siendo el título propuesto como: “SISTEMAS DE NAVEGACION”
- Se amplía el requisito mínimo de 30 a 60 días para que el solicitante de una autorización para utilizar un INS, remita su solicitud a la AAC para la evaluación del sistema antes de comenzar los vuelos de evaluación. Esta ampliación se basa en proporcionar un tiempo adecuado para que el explotador realice su tramitación a tiempo (la regulación de Brasil contempla 60 días)
- Se mantiene los requisitos para el sistema de navegación inercial, propuesto por el panel de expertos de operaciones.
-
- e) **Garantizar la armonización mundial y regional**, para efectos de que exista una armonización regional con respecto a este tema, se ha considerado mantener los requerimientos del INS, GPS y Doppler, mencionando como ejemplo otros sistemas de navegación autónoma como el GPS, y FMS.

3. Conclusiones

3.1 Del análisis realizado a la propuesta del Comité Técnico se concluye en revisar el **Apéndice A** como se indica al final de esta nota de estudio.

4. Acción sugerida

4.1 Se invita a la Reunión del Panel de Expertos de Aeronavegabilidad a:

- a) Tomar nota de la información proporcionada en la presente nota de estudio; y
- b) analizar las propuestas indicadas en el **Apéndice A** de esta Nota de Estudio; a fin de que se apruebe o deniegue.

APÉNDICE A

LAR 121 - Requisitos de operación: Operaciones domésticas e internacionales regulares y no regulares

APÉNDICE G

SISTEMAS DE NAVEGACIÓN INERCIAL (INS), GPS, Y RADAR DOPPLER

Este apéndice trata sobre los aspectos correspondientes a los sistemas de navegación tales como el sistema inercial (INS), Sistema Global de Posicionamiento (GPS), Sistema de Gestión de vuelo (FMS), Y RADAR DOPPLER, etc: la solicitud para la autorización/ evaluación, la documentación, instalación del equipo sistema, el equipo, el programa de instrucción, la confiabilidad y precisión del equipo y el programa de evaluación.

a. Solicitud para obtener la autorización.-

1. El solicitante de una autorización para utilizar el uso de un sistema de navegación INS, debe remitir su solicitud a la AAC para la evaluación del sistema, con una anticipación mínima de 30 (treinta) 60 (sesenta) días antes de comenzar los vuelos de evaluación.

2. La solicitud debe contener:

i. El paquete de datos que incluya:

A. ~~datos que demuestren cumplimiento con el criterio de performance y de sistemas INS;~~

B. ~~los procedimientos a ser utilizados que aseguren que todas las aeronaves propuestas para la aprobación de aeronavegabilidad cumplen con el criterio INS. Estos procedimientos incluirán las referencias de los Boletines de servicio (SB) aplicables y la enmienda o suplemento aplicable al AFM aprobado;~~

C. ~~las instrucciones de mantenimiento que aseguren el mantenimiento de la aeronavegabilidad para la aprobación INS; y~~

D. ~~las pruebas de conformidad utilizadas para asegurar que la aeronave aprobada con el paquete de datos, cumple con los requisitos de aeronave con INS.~~

ii. Documentos de aeronavegabilidad que incluyan:

A. ~~como sea aplicable para aeronaves en servicio: Service Bulletin (SB), Supplemental Type Certificate (STC), Aircraft Service Change o Service Letter (SL); y~~

B. ~~documentación de la inspección de la aeronave y/o modificación. Registros de mantenimiento que documenten el cumplimiento de la instalación o modificación de los sistemas de la aeronave y/o inspección (p. ej., el documento de reparaciones y alteraciones mayores FAA Form 337).~~

A. Un resumen de la experiencia con dicho sistema propuesto, demostrando la precisión y confiabilidad del mismo

B. Un programa de instrucción para la aprobación inicial conforme a la LAR 121.1540 el cual debe incluir:

1. Deberes y responsabilidades de los tripulantes de vuelo, encargados de operaciones de vuelo/despachadores de vuelo y personal de mantenimiento.
 2. Para pilotos, instrucción en lo siguiente:
 - i. Teoría y procedimientos, limitaciones, detección de mal funcionamiento, pre-vuelo y verificaciones en vuelo y métodos de verificaciones cruzadas;
 - ii. el uso del computador, una explicación de todos los sistemas, limitaciones del compás en latitudes altas, repaso de navegación, plan de vuelo y la meteorología aplicable;
 - iii. el método para actualizar el sistema por medio de puntos de referencia confiables; y
 - iv. procedimientos para calcular los puntos de referencia (fixes) para la navegación.
 3. Procedimientos no normales y de emergencia
- C. ~~(iii)~~ Documentos de mantenimiento que incluyan:
1. ~~A.~~ manuales de mantenimiento (AMM, WDM; FIM, etc.);
 2. ~~B.~~ manual de control de mantenimiento;
 3. ~~C. manuales de prácticas estándar;~~ D. catálogos de partes;
 4. ~~E.~~ programa de mantenimiento del sistema para cumplir con el capítulo J de esta parte, y.
 5. ~~(iv)~~ programa de instrucción;
- ~~(v.) una descripción del equipo INS~~
- D. ~~(vi)~~ las revisiones al manual de operaciones, detallando todos los procedimientos normales y de emergencia relativos al uso del sistema propuesto, incluyendo métodos detallados para continuar la función de navegación con falla parcial o completa del equipo y métodos para determinar el sistema más exacto cuando ocurren grandes divergencias entre los sistemas. Para el propósito de este apéndice, una divergencia grande es la que resulta cuando la trayectoria de la ruta excede los límites permitidos;
- E. ~~(vii)~~ las revisiones propuestas a la Lista de equipo mínimo (MEL) con las justificaciones adecuadas;
- F. ~~(viii)~~ una lista de las operaciones que van a ser conducidas usando el sistema, las cuales deben contener un análisis de cada una con respecto a distancia, confiabilidad del compás magnético, disponibilidad de las radioayudas a la navegación, idoneidad de los puntos de entrada o salida (gateway) y las facilidades de radio para soportar el sistema; y
- G. ~~(ix)~~ Plan para participar en los vuelos de demostración en caso de ser requeridos.

Nota.- Gateway es un punto específico de navegación donde el uso del sistema de navegación de largo alcance comienza o termina.

b. ~~Instalación del equipo INS~~ Sistema de navegación

1. Debe ser instalado de acuerdo con los requisitos aplicables de aeronavegabilidad y con los registros de mantenimiento que documenten el cumplimiento de la instalación o modificación de los sistemas de la aeronave (p. ej., el documento de reparaciones y alteraciones mayores - FAA Form 337 o equivalente)
2. La distribución de los controles en la cabina de los pilotos debe ser visible y lo deben poder usar cualquiera de los pilotos, ubicados en sus puestos normales de trabajo.
3. El equipo debe proveer señales de salida en forma visual, mecánica o audible, que indiquen de que los datos de salida no son válidos cuando ocurra una falla o mal funcionamiento del sistema.
4. Una probable falla o mal funcionamiento del sistema no debe resultar en la pérdida de la capacidad de navegación requerida por la aeronave.
5. El alineamiento, la actualización de los datos y las funciones de computación de navegación del sistema no deben ser invalidados por las interrupciones normales de energía de la aeronave ni por interrupción transitoria de esa energía.
6. El sistema no debe ser fuente que cause interferencias de radiofrecuencia indeseables y no debe ser adversamente afectado por interferencias de radiofrecuencia originada en otros sistemas de la aeronave.
7. El Manual de Vuelo de la Aeronave aprobado/aceptado por la AAC o los Suplementos del mismo, deben incluir el material pertinente, como sea requerido, para definir procedimientos operacionales normales, de emergencia y/o limitaciones operacionales asociadas con la performance del sistema (tales como latitud máxima en que es posible el alineamiento en tierra o desviaciones entre sistemas de navegación).

- ~~1. El INS debe ser instalado de acuerdo con los requerimientos de aeronavegabilidad aplicables.~~
- ~~2. La instalación del equipo en la cabina de pilotaje debe ser visible y utilizable por cualquiera de los dos pilotos que estén sentados en sus estaciones de servicio.~~
- ~~3. El equipo debe proveer señales visuales, mecánicas o eléctricas que indiquen la invalidez de los datos de salida al ocurrir una falla o mal funcionamiento dentro del sistema.~~
- ~~4. Una probable falla o mal funcionamiento dentro del sistema, no debe resultar en la pérdida de la capacidad de navegación requerida del avión.~~
- ~~5. la alineación, actualización y las funciones de la computadora de navegación del sistema no deben ser invalidadas por interrupciones normales de electricidad en el avión.~~
- ~~6. El sistema no debe producir interferencias de frecuencia de radio objetables y no debe ser adversamente afectado por interferencia de frecuencia de radio de los sistemas de otros aviones.~~
- ~~7. El manual de vuelo aprobado de la aeronave (AFM) debe incluir material pertinente, como sea requerido, para definir los procedimientos de operación normales, de emergencia y las limitaciones de operación asociadas con la performance del INS.~~

c. Sistema de navegación inercial (INS).

1. Si un solicitante elige usar un equipo INS, éste debe ser doble (incluyendo las computadoras de navegación y las unidades de referencia). Por lo menos dos sistemas deben estar operativos al despegue.

2. Cada INS debe incorporar lo siguiente:
 - i. Capacidad de alineación en tierra válida para todas las latitudes apropiadas para el uso previsto de la instalación;
 - ii. presentación de la condición de alineación o de la luz de listo para navegar que muestra la finalización de la alineación a la tripulación de vuelo;
 - iii. la posición actual del avión en coordenadas adecuadas; e
 - iv. información relativa a los destinos o a los puntos de recorrido de sobrevuelo (waypoints):
 - A) la información necesaria para adquirir y mantener la ruta deseada y para determinar las desviaciones de la ruta deseada; y
 - B) la información necesaria para determinar la distancia y el tiempo para llegar al próximo punto de recorrido o destino.
3. Para instalaciones del INS que no tienen memoria u otros medios de alineación en vuelo, una fuente de energía eléctrica separada (independiente del sistema principal) debe ser provista, la cual suministre por lo menos por cinco minutos, suficiente energía (demostrada por análisis o en el avión) para mantener al INS en una condición que permita retornar a su capacidad total cuando se reactive el suministro eléctrico normal.
4. El equipo debe proveer señales visuales, mecánicas o eléctricas, como sea requerido, para permitir a la tripulación de vuelo detectar probables fallas o mal funcionamientos del sistema.

~~d. Programas de instrucción.-~~

~~El programa de instrucción inicial para el INS debe incluir lo siguiente:~~

- ~~1. Deberes y responsabilidades de los tripulantes de vuelo, encargados de operaciones de vuelo/despachadores de vuelo y personal de mantenimiento.~~
- ~~2. Para pilotos, instrucción en lo siguiente:~~
 - ~~i. Teoría y procedimientos, limitaciones, detección de mal funcionamientos, pre vuelo y verificaciones en vuelo y métodos de verificaciones cruzadas;~~
 - ~~ii. el uso del computador, una explicación de todos los sistemas, limitaciones del compás en latitudes altas, repaso de navegación, plan de vuelo y la meteorología aplicable;~~
 - ~~iii. el método para actualizar el sistema por medio de puntos de referencia confiables; y~~
 - ~~iv. procedimientos para calcular los puntos de referencia (fixes) para la navegación.~~
- ~~3. Procedimientos no normales y de emergencia~~

d. f. Confiabilidad y exactitud del equipo.-

1. Cada INS debe cumplir los siguientes requisitos de exactitud como sea apropiado:
 - i. Para vuelos de diez (10) horas de duración o menos, el error permitido no debe ser mayor de dos millas náuticas por hora de desvío circular en el 95% de los vuelos realizados con el sistema;

- ii. para vuelos de más de diez (10) horas de duración, es permitido una tolerancia de ± 20 millas a cada lado de la derrota (cross-track) y de ± 25 millas a lo largo de la derrota (along-track) en el 95% de los vuelos realizados con el sistema.
 - ii. para vuelos de más de diez (10) horas de duración, es permitido una tolerancia de ± 20 millas a cada lado de la derrota (cross-track) y de ± 25 millas a lo largo de la derrota (along-track) en el 95% de los vuelos realizados con el sistema.
 - iii. La información del rumbo de compass (Compass heading) para el sistema Doppler debe ser mantenido con una precisión de $\pm 1^\circ$ y una desviación total del sistema que no se exceda en 2° cuando se utiliza la técnica de gyro libre, Se deberá utilizar procedimientos para asegurar un nivel equivalente de precisión del rumbo y se ha alcanzado una desviación total del sistema.
2. Para cada sistema de Radar Doppler se deberá reunir el requerimiento de ± 20 millas a cada lado de la derrota (cross-track) y de ± 25 millas a lo largo de la derrota (along-track) para el 95 por ciento del sistema de vuelo completado. Se permite la actualización del sistema.

Un sistema que no reúna los requerimientos de esta sección deberá ser considerada como una falla del sistema.

e. ~~(e)~~ Programa de evaluación:

1. El requerimiento para evaluación de un sistema debe ser presentado junto con el requerimiento para aprobación operacional del uso del sistema de navegación
 2. El solicitante debe programar un número de vuelos suficiente para demostrar a la AAC su habilidad en utilizar navegación autónoma en sus operaciones.
 3. La AAC basa la evaluación en lo siguiente:
 - (i) Adecuación de los procedimientos operacionales.
 - (ii) Confiabilidad y precisión operacional del equipamiento y lo práctico del sistema en cuanto a las operaciones propuestas.
 - (iii) Disponibilidad de las ayudas basadas en tierra en áreas terminales, puntos de salida, de llegada y en ruta, si son requeridas, para ayuda del sistema autónomo.
 - (iv) Aceptabilidad de carga de trabajo en la cabina de vuelo.
 - (v) Adecuadas calificaciones de los tripulantes de vuelo.
 - (vi) Adecuado entrenamiento de mantenimiento y disponibilidad de partes de repuesto.
 4. Después de completar satisfactoriamente las demostraciones en vuelos de evaluación, la AAC aprobará el nuevo sistema y emitirá las enmiendas necesarias a las Especificaciones de Operación del titular del certificado, conteniendo los nuevos procedimientos para vuelo en ruta usando el nuevo equipamiento. La aprobación está limitada a aquellas operaciones para las cuales han sido demostradas satisfactoriamente la adecuación del equipamiento y la practicidad de la navegación autónoma.
- ~~1. La evaluación para aprobación debe ser solicitada como parte de la solicitud para la aprobación operacional del INS.~~

- ~~2. El solicitante debe realizar suficientes vuelos que demuestren, a satisfacción de la AAC, la habilidad del solicitante para usar este sistema de navegación en sus operaciones.~~
- ~~3. La AAC debe basar su evaluación en lo siguiente:
 - ~~i. Idoneidad de los procedimientos operacionales;~~
 - ~~ii. exactitud operacional y confiabilidad del equipo y la capacidad del sistema con respecto a la operación propuesta;~~
 - ~~iii. disponibilidad de la terminal, puntos de entrada o salida y ayudas de tierra para la navegación en ruta y en áreas, si se requieren, para apoyar la autonomía del sistema;~~
 - ~~iv. aceptabilidad del volumen de trabajo en la cabina;~~
 - ~~v. idoneidad de las calificaciones de la tripulación de vuelo; e~~
 - ~~vi. idoneidad de la instrucción de mantenimiento y disponibilidad de piezas de repuestos.~~~~

~~Después de completar exitosamente las demostraciones de evaluación, la AAC aprobará la operación con INS, emitiendo las especificaciones para las operaciones enmendadas y los procedimientos de vuelo en ruta, los cuales definen la nueva operación.~~

~~La aprobación está limitada para aquellas operaciones en las cuales la idoneidad del equipo y la capacidad de navegación del sistema han sido demostradas satisfactoriamente.~~
