

Sistema de Navegación Aérea

Calibración e inspección:

una actividad poco conocida

JOSÉ LUIS DEPÓN RAMOS

Comandante del cuerpo de ingenieros del Ejército del Aire

Entendemos por Sistema de Navegación Aérea (SNA) al conjunto de instalaciones, procedimientos, técnicas y personal, que colaboran estrechamente, teniendo como resultado hacer posible conducir eficientemente una aeronave a su lugar de destino, asegurando la integridad de los tripulantes, pasajeros y de los que están en tierra.

Para que las aeronaves puedan llevar a cabo la ruta programada sin desviaciones y sin que se produzcan incidentes entre ellas, como pérdidas de separación o, en el peor de los casos, colisiones, existen numerosas instalaciones que permiten el posicionamiento de una aeronave. Los principales son el VOR (VHF Omni Range), el

DME (Distance Measuring Equipment), el GNS (Global Navigator System), el TACAN (Tactical Air Navigation System), y el NDB (Non Directional Bacon). Como radioayudas para la aproximación y el aterrizaje, está el ILS (Instrument Landing System). Para la vigilancia y control, se utilizan diversos tipos de RADAR, entre los que se encuentran el PSR (Primary Surveillance Radar) y el SSR (Secondary Surveillance Radar).

Para que todo lo que engloba el Sistema de Navegación Aérea de un país, pueda ser utilizado por las aeronaves como usuarias, de forma fiable y segura, es necesario que la autoridad designada por cada Estado como responsable de ello vigile periódica-

mente que todo está según las normas establecidas y aceptadas internacionalmente, plasmando los resultados en un certificado, el cual se obtiene después de haber efectuado la actividad de la inspección en vuelo de todos y cada uno de los componentes del Sistema de Navegación Aérea.

La herramienta que se utiliza para desarrollar la actividad nombrada, consta de una aeronave, una consola a bordo de ella e integrada con los parámetros de vuelo y personal, muy experto, con formación específica para desarrollar la inspección. Las técnicas de vuelo y posicionamiento de la aeronave para obtener el grado de bondad de los componentes del SNA ha evolucionado desde el seguimiento

Antenas del localizador de un ILS

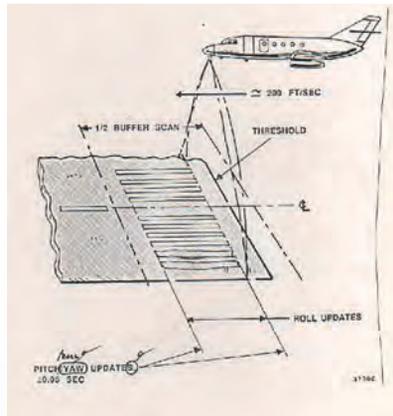


de la aeronave con el antiguo teodolito manual, hasta el *software* que permite un tratamiento de todos los datos en tiempo real y totalmente autónomo, es decir, sin dependencia de ninguna información exterior a la aeronave. Nos estamos refiriendo al sistema AFIS.

El salto de la utilización del teodolito a la filosofía del AFIS ha sido enorme, manifestándose en grandes mejoras en la calidad, exactitud y fiabilidad en la toma de datos en vuelo y su análisis en tiempo real. Véase que utilizando el teodolito como herramienta de seguimiento de la aeronave evaluadora, además de los errores propios del ajuste y movimiento del teodolito, hay que añadir que las lecturas de los datos tenían un componente subjetivo muy elevado.

Además, la climatología (niebla, calma, lluvia, viento, temperatura, turbulencia, entre otros) limitaba mucho el desarrollo del vuelo evaluador, ya que los datos se comenzaban a tomar en maniobras de la aeronave a más de cuatro millas del punto de localización del teodolito. Para evitar estos problemas y dado que el tráfico aéreo estaba creciendo muy rápidamente, era necesario tomar una decisión técnica que mejorase la actividad inspectora, haciéndola más fácil de planificar y económica, impactando lo menos posible en el desarrollo del tráfico aéreo. Por todo ello, se decidió dar el paso hacia el programa I+D del sistema AFIS.

España ha sido protagonista principal en la historia de la actividad certifi-



Filosofía de funcionamiento de la capacidad autónoma del sistema AFIS (gráfico de trabajo)

cadora del Sistema de Navegación Aérea, mediante el desarrollo y puesta en servicio del sistema AFIS (Autonomous Flight Inspection System), producto de un programa I+D llevado a cabo en los años 80 y primeros de los 90, del siglo pasado, entre España y EE.UU. Este sistema fue presentado en la OACI y se defendió su reconocimiento, como sistema de cambio en el posicionamiento y cálculo de la aeronave inspectora de forma autónoma, es decir, no depender de ningún sistema de seguimiento instalado en tierra, por ejemplo, el teodolito en todas sus versiones.

Siendo este I+D la base de toda la industria actual de sistemas dedicados a esta actividad, donde se incluye la filosofía "Windows", ha llegado el momento de poner fin a la utilización de este sistema español, por no poder ser

adaptable a las versiones de *software* actuales. Qué mejor retiro que instalarlo en el Museo del Aire de Madrid, donde puede seguir siendo útil, transmitiendo conocimiento y disfrute a las generaciones posteriores a esa época, que visiten el Museo del Aire.

Aprovechando esta posibilidad, en este artículo intento dar a conocer y despertar el interés por la actividad encaminada a la certificación del SNA y la herramienta que se utiliza para ello, además de los conceptos que la rodean y que, a su vez, la componen. Quizá en un futuro artículo, pueda ser descrito el modo de operar del AFIS desde un punto de vista más detallado.

Sobre la actividad de la inspección en vuelo del SNA, diremos que es muy poco conocida y valorada. Fuera de los profesionales dedicados a esta actividad o aquellos que están muy próximos a ella, son pocos los usuarios de todo tipo del espacio aéreo, que son conscientes de que su seguridad está vigilada por un grupo de expertos. La actuación de todos los Estados sobre la certificación del SNA soberano, a través del concepto de la inspección en vuelo, garantiza esa seguridad. Para que sea realidad esta máxima, cualquier Estado que entre a formar parte de la ONU, es práctica asumida que pase a ser miembro de la OACI, bien sea de pleno derecho, o dentro del paraguas de la OACI si el Estado del que se trate, carece de recursos para mantener su espacio aéreo de acuerdo con las recomendaciones de la OACI.



Para ser miembro de la OACI, es necesario ser signatario del Convenio de Chicago, a través del cual el Estado solicitante se compromete a lo siguiente: "Cualquier Estado signatario del Convenio de Chicago, adquiere el compromiso de mantener su espacio aéreo seguro en su utilización, para lo cual pondrá los medios necesarios que garanticen en todo momento esa seguridad, aplicando una normativa común emanada de acuerdos entre los propios

controles sobre el SNA, uno de esos controles es sobre la parte de ayudas a la navegación, ayudas al aterrizaje y procedimientos de vuelo instrumental. En el grupo de trabajo TRNSG (Testing Radio Nav aids Study Group) de la OACI, formado por seis países, entre ellos España, creado para actualizar el DOC 8071 con una nueva edición (año 2000), en cierto momento de una de las reuniones, el presidente de la mesa nos trasladó a los miembros la siguiente

viene tener claro para comprender esta actividad, tales como:

–Inspección en vuelo (flight inspection): acción llevada a cabo por la Administración del Estado, que se efectúa para el conocimiento del servicio proporcionado por un sistema, subsistema o equipo del SNA y de sus maniobras publicadas, realizada con la participación de una aeronave y su tripulación, especialmente preparadas y autorizadas, con o sin personal en



miembros". (Inicialmente firmado el convenio el 7 de diciembre de 1944 por 52 Estados).

Este compromiso general sobre aviación civil dentro del convenio, incluye conceptos como licencias, seguridad, aeronavegabilidad, soberanía, documentación, procedimientos, etc., y está definido de obligado cumplimiento, como es lógico, por lo que lo aprobado en Consejo, es una recomendación obligatoria en esencia, matizando individualmente cada Estado cómo se plasma y notificando las posibles desviaciones a la OACI mediante *State Letter*.

Históricamente, con la firma de 26 Estados más y la ratificación al convenio por todos ellos, a partir del 4 de abril de 1947 se estableció la Organización de la Aviación Civil Internacional (OACI), tal y como se conoce actualmente. Hay que recordar, para conocimiento de expertos y profanos de la aviación, que España participó activamente desde el principio.

Como decimos, a través del Convenio de Chicago, los Estados se comprometen a velar por la seguridad de su espacio aéreo mediante diversos

pregunta, originada en el alto *staff* de la organización: dadas las nuevas tecnologías, realmente, ¿es necesaria la inspección en vuelo del SNA?

La respuesta fue unánimemente afirmativa para el presente y un futuro más o menos lejano, si bien los procedimientos, filosofía y técnica de ella misma debe evolucionar hacia esas nuevas tecnologías, manteniendo viva la colaboración con países no desarrollados que necesitan el apoyo de los Estados a través de la OACI.

Ahora, refiriéndonos a los compromisos adquiridos por cualquier Estado en materia de seguridad aérea, según el Convenio de Chicago antes citado, el Estado, como signatario del mismo, adquiere el compromiso de mantener su espacio aéreo seguro, aplicando los medios necesarios (aeronave, personal, infraestructuras, etc.), la normativa al respecto (leyes, decretos, procedimientos, etc.) y cumplir los acuerdos entre miembros (normativa común, recomendaciones, grupos de trabajo, etc.).

Dentro de la actividad que estamos tratando, existen o tienen relación con ella, conceptos cuyo significado con-

tierra, especialmente entrenado y cualificado, con objeto de fijar la clasificación operacional.

–Volabilidad (flyability) de una señal: es una indicación ponderada de la dificultad real en el seguimiento de una señal en el espacio, mediante la cual se evalúa la seguridad y fiabilidad de la trayectoria seguida por una aeronave.

–Informe de la inspección en vuelo: medio básico oficial de documentación y divulgación de los resultados obtenidos en una inspección en vuelo, cuyo contenido debe estar regulado.

–Gestión de seguridad: función de la provisión de servicios de navegación aérea que asegura que todos los riesgos que afecten a su seguridad han sido identificados, evaluados y mitigados de forma satisfactoria.

–Documentación técnica: información técnica necesaria para asegurar que las inspecciones en vuelo del SNA se realizan adecuadamente.

–Clasificación de una ayuda o procedimiento: es el nivel de operación que se otorga a la ayuda o procedimiento correspondiente que se ha inspeccionado.

–Certificación: el hecho de la autoridad aeronáutica que garantiza y se responsabiliza de que tras una inspección técnica realizada en un momento dado, una instalación está suministrando al usuario las funciones o servicios requeridos o publicados dentro de lo establecido en cada caso y de forma fiable y segura, emitiendo el correspondiente informe.

Nota: el concepto de certificación solo puede ser aplicado por la autoridad aeronáutica.

–Autoridad aeronáutica: órgano de la administración civil y/o militar del Estado, responsable de la regulación y supervisión técnica y operativa de la navegación aérea.

–Inspector en vuelo: persona designada dentro de la Administración del Estado, para efectuar una inspección en vuelo, con las atribuciones que le ha conferido la autoridad aeronáutica y responsable de definir la clasificación final de una ayuda y/o procedimiento asociado, así como de editar el informe final.

–Piloto de inspección en vuelo: persona designada para tripular la aeronave certificada para esta tarea, efectuando las maniobras propias de la inspección en vuelo, con las atribuciones que le ha conferido la autoridad aeronáutica y responsable de codefinir la clasificación final de una ayuda y/o procedimiento asociado, así como de ser parte de la edición del informe final de una misión.

–Vuelo de pruebas (flight test): vuelo efectuado para una medida específica, o prueba de una característica de una ayuda de nueva instalación o bajo mantenimiento, que puede formar parte de una inspección cuando está integrada con otras pruebas.

–Calibración en Vuelo: comprobación y, si es necesario, ajuste de los parámetros de funcionamiento de un sistema, subsistema, instalación o equipo del SNA, realizada con la participación de una aeronave y su tripulación, especialmente preparadas y autorizadas, y personal en tierra especialmente entrenado y cualificado.

Como resultado de ejercer la actividad inspectora del SNA, nos aparece un concepto muy valioso que es “la confianza en la calidad de la señal radiada”, ya que la inspección en vuelo es un programa que asegura dicha confianza, la cual verifica que las funciones de las ayudas a la navegación aérea y sus procedimientos de vuelo instrumental asociados, cumplen con la normativa prescrita para todo su volumen de servicio publicado. Los documentos que compongan ese programa, deben contener una política de actuación y material de guía.

Para llevar a cabo esta actividad, según se refleja en el propio Convenio de Chicago, son necesarios unos medios, siendo el más importante, entre otros, lo que llamamos la “herramienta” imprescindible, compuesta por la aeronave adecuada al tipo de actividad, la consola embarcada adecuada al mismo tipo de actividad y la tripulación, formada por personal experto en el tema y manejo del material. Para lo cual, haremos las siguientes concreciones:

- Aeronave adecuada al tipo de actividad:



- Cumplir las exigencias recogidas en la legislación aeronáutica española.

- Tipo multimotor fiable, eficiente y capaz de volar en condiciones de seguridad con un motor inactivo.

- Capacidad para operar todo tiempo, vuelo nocturno y vuelo instrumental.

- Aeronave apropiada para transportar y operar el equipo de inspección en vuelo.

- Radio de acción y autonomía suficientes para una misión normal.

- Estabilidad aerodinámica en toda su gama de velocidades.

- Bajos niveles de ruido y de vibración.

- Bajas características de ruido eléctrico y sistema eléctrico estable.

- Capacidad instrumental para realizar todas las mediciones de parámetros especificados.

Además de:

- Amplia gama de velocidades.

- Suficiente espacio interior para los tripulantes.

- Sistema de inspección en vuelo mínimamente definido.

- Sistema de inspección en vuelo fácil de manejar.

- Sistema de inspección en vuelo de mínima carga de trabajo para el operador.

- Ambiente interior de trabajo aceptable.

- Consola adecuada al tipo de actividad:

- Material moderno y gran absorción de impacto.

- Mínimo volumen de ocupación en cabina.

- Fácil dominio del espacio por parte del operador.



– Diseñado para efectuar vuelos bajo condiciones “todo tiempo y visibilidad”.

– El sistema de referencia debe ser independiente de la visibilidad y operará en condiciones nocturnas de forma conveniente.

- Personal adecuado al tipo de actividad:

La tripulación, formada por personal experto en el tema y manejo del material, debe ser la adecuada para el tipo de actividad, con formación y entrenamiento básico y redundante, con facilidad de relacionarse y la habilitación adecuada a la normativa vigente. El nivel de “experto” ha de alcanzarse según un protocolo aprobado por la autoridad aeronáutica.

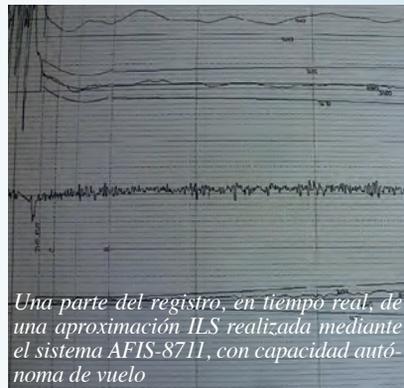
Otros medios necesarios para desarrollar la actividad inspectora en vuelo del SNA, se exigirán y desarrollarán según el tipo de organismo o proveedor de servicio que realice o esté autorizado a la actividad de la inspección en vuelo. Estos se reducen, en general, a normativa, en la que debe estar claramente definida e integrada la inspección en vuelo. Este concepto dicho así, tan amplio, va desde tener en cuenta la Ley de Seguridad Aérea (21/2003), pasando por una norma técnica del vuelo que se va a realizar, hasta procedimientos de vuelo específicos y tipo de trabajo aéreo reconocido, sin olvidar el medioambiente y los factores humanos. La normativa a la que nos referimos en este apartado aglutina la del propio Estado y la internacional, por ejemplo, del Parlamento Europeo.

Dentro de los compromisos de un Estado, a través de sus autoridades aeronáuticas, está el de cumplir ciertas obligaciones en calidad de miembros de organizaciones, tales como OACI, UE, Eurocontrol, EASA, grupos de trabajo, representantes en paneles, etc. Como algunos ejemplos sobre acuerdos entre miembros, citaremos el cumplimiento de las *State Letter*, alertas para no permitir equivocaciones en la lista de Estados con incumplimiento de las normas, utilización indebida de una norma de otro Estado miembro, matizaciones sobre resoluciones del Parlamento Europeo, sobre reconocimiento mutuo de actividades con posible perjuicio propio, etc.

En cuanto a responsabilidad, siendo

un Estado miembro de la OACI y como signatario del convenio, ¿qué responsabilidad tiene en la seguridad de su espacio aéreo? La respuesta es fácil: adquiere responsabilidad total a través de la autoridad aeronáutica reflejada en los niveles jerárquicos propios, no pudiendo ser transferida tal responsabilidad a organismo u organización de índole menor social o político.

Según se van exponiendo los conceptos propios de la inspección en vuelo del SNA, salta a la vista la necesidad de conocer quién es la autoridad aeronáutica en un Estado miembro de la OACI.



Internacionalmente se conoce como la CAA (Civil Aviation Authority) de un Estado, siendo en España en tiempos de paz la Dirección General de Aviación Civil (DGAC), inserta en el Ministerio de Fomento y en el Ministerio de Defensa (Ejército del Aire) en circunstancias extraordinarias, de emergencia o conflicto armado. En la actualidad, parte del área ejecutiva de la DGAC ha pasado a una nueva organización llamada AESA (Agencia Española de Seguridad Aérea), la cual las hace funciones de aquella.

No obstante, esta aseveración legal tiene otras interpretaciones que son igualmente válidas. Una de ellas es que si los expertos están en el ámbito militar y, además, tienen un respaldo del propio desarrollo histórico de la actividad inspectora, o ciertas leyes les respalda en el desarrollo de la actividad inspectora, no es necesaria una situación de emergencia para que ejerzan de autoridad civil y militar, si bien deben estar perfectamente delimitados el desarrollo y los límites de la actividad, la forma de desarrollarla en cuanto al

ámbito civil y el control de las certificaciones operacionales de los componentes del SNA.

Por tanto, la responsabilidad total de la seguridad del SNA es de la DGAC en los tiempos que corren, independientemente de quién realice la acción inspectora del SNA, lo que deberá estar regulado al respecto por ella misma. Incluyendo las competencias compartidas con el Ministerio de Defensa (Ejército del Aire).

Un caso de competencias compartidas muy común, son las bases aéreas abiertas al tráfico civil. En este caso, la normativa que tiene que prevalecer es la de la OACI y, por tanto, la DGAC debería tener preparados controles que asegurasen tal aplicación internacional civil, de forma que en caso de incidente/accidente, todos los campos afectados para los usuarios civiles estén asegurados (seguros, indemnizaciones, responsabilidad civil, responsabilidad ambiental, etc.).

Otro asunto diferente son los procedimientos de operación que, como es lógico, pueden ser diferentes entre aviación civil y militar. Sin embargo, la Ley 21/2003 en su artículo 5, apartado 2, dice que “la verificación y control serán ejercidos por el Ministerio de Defensa”, pero en las circunstancias posibles que nombra ese apartado, lo que afecta al tráfico civil debe cumplir totalmente con la OACI. De hecho, las ayudas compartidas se ajustan en la inspección en vuelo teniendo en cuenta la normativa para la aviación civil.

Nota: el concepto “control de las instalaciones” no tiene por qué ir en contra de una vigilancia del funcionamiento de las instalaciones según la normativa OACI.

En el desarrollo de la actividad de la inspección en vuelo, existen unos conceptos básicos que hay que tener muy en cuenta. Estos son:

Objetivo de la inspección en vuelo: la inspección en vuelo tiene por objetivo mantener un conocimiento por parte de la autoridad aeronáutica, desde el punto de vista operativo, de los sistemas, subsistemas, instalaciones o equipos que constituyen el SNA, mediante toma constante de datos en vuelo que, debidamente analizados, garanticen una utilización segura del espacio aéreo.



Composición del sistema AFIS-8711 embarcado, completo y distribuido según el sentido de vuelo en la aeronave, origen de la filosofía AFIS

Competencias dentro de la inspección en vuelo: dentro del concepto de inspección en vuelo del SNA, se incluyen las siguientes competencias:

– Inspección en vuelo: competencia propia del Estado que se ajusta a una programación y que conlleva una clasificación operacional de lo inspeccionado.

– Supervisión en vuelo: competencia del Estado dentro de la propia inspección que puede no estar programada. Una supervisión no conlleva una “clasificación” operacional.

Pruebas de mantenimiento en vuelo (flight test): capacidad de la que puedan disponer organizaciones para efectuar determinadas comprobaciones en vuelo, sin determinar una clasificación operacional, ni extensión de la clasificación, siendo los resultados obtenidos una aportación más para ajustes propios del mantenimiento de la instalación.

Una vez que el Estado asume la responsabilidad tal y como se muestra en el Convenio de Chicago y siempre que sea signatario, la ejerce a través de organismos que representan el nivel de autoridad que les asignan por ley. Por ello, en la actividad de la inspección en vuelo, la asignación de responsabilidades es la siguiente:

– El organismo oficial de inspección en vuelo del SNA, tiene la responsabilidad de la realización de las inspecciones en vuelo y supervisión en vuelo.

– La autoridad aeronáutica (civil y/o militar) tiene la responsabilidad de la regulación y la supervisión de los procedimientos de inspección en vuelo, así como la acreditación de las condiciones de uso.

– La autoridad aeronáutica tiene la responsabilidad de establecer los procedimientos, planificación y medios según la normativa vigente y lo emanado del citado convenio, que aseguren la verificación de la calidad de las señales en el espacio emitidas por las instalaciones de navegación aérea, asegurando la confianza de los usuarios en la señal radiada.

– Asimismo, un organismo como autorizado por la autoridad aeronáutica, es responsable de efectuar las verificaciones y calibraciones de mantenimiento, supervisiones y todas aquellas actividades de inspección en vuelo que están definidas en la norma y le hayan sido autorizadas.

A su vez, hay que tener en cuenta conceptos relacionados con el establecimiento del nivel operacional de las ayudas, por lo que dentro de las competencias y capacidades atribuidas anteriormente, se han de entender los siguientes conceptos:

– Clasificación: resultado de la inspección en vuelo de los componentes del SNA, por la que se asigna el estado operacional de una ayuda o procedimiento asociado, después de conocer los datos obtenidos durante el vuelo de puesta en servicio, accidente, restablecimiento del servicio y supervisión.

– Continuidad en la clasificación: resultado de las inspecciones en vuelo totales o parciales de los componentes del SNA, por las que se asigna una continuidad en la clasificación otorgada a una ayuda o procedimiento asociado, después de conocer los datos obtenidos durante el vuelo periódico, supervisión o especiales.

INFORMACIÓN

La oficina de inspección en vuelo, deberá proporcionar la información necesaria que permita a la autoridad aeronáutica y al organismo oficial que lo requiera, conocer en todo momento la situación real existente de las instalaciones del SNA, desde el punto de vista operativo. En particular la autoridad aeronáutica, debe ser informada de la programación de las verificaciones previstas a lo largo del año en curso, así como de los cambios que se vayan produciendo en esta planificación inicial.

CONCLUSIONES

Las misiones de inspección de radioayudas se realizan con equipo reducido de personal pero altamente especializado. Es una actividad exigente que sigue procedimientos y maniobras más rigurosas que un vuelo normal.

Como se ha visto de forma somera, está sujeta a conceptos estrictos y es una de las referencias importantes para las personas que intervienen en la investigación y resolución de accidentes o incidentes aéreos. Tanto para jueces como para comisiones de investigación es muy importante, ya que puede aportar datos esclarecedores para las conclusiones finales.

En la toma de adquisición de datos de calibración, España ha sido pionera cambiando de la operación manual, superar a la señal de tierra para el posicionamiento y cálculo, al modo autónomo. Es un orgullo presentar este hecho poco conocido, pero muy importante, que permitió dar un gran paso hacia adelante en la tecnología mundial, contribuyendo a mejorar la seguridad del espacio aéreo global para los usuarios, ofreciéndoles una mayor confianza en la señal radiada. •