

Sistema AFIS: un programa (I+D) español (1988–2015)

JOSÉ LUIS DELPÓN RAMOS
Comandante del Cuerpo de Ingenieros del Ejército del Aire (RT)

Introducción al proceso del sistema AFIS

Las personas que decidan convertirse en lectores de este artículo podrán preguntarse, una vez leído el contenido del mismo, el porqué de escribirlo ahora y no en el momento de realizarse el evento. La respuesta es sencilla: al principio, con la implantación en España del sistema AFIS (Autonomous Flight Inspection System) y partiendo desde cero en todos los ámbitos, había mucho trabajo que hacer y nadie podía valorar suficientemente la dimensión de lo que se estaba llevando a cabo como para publicarlo. Con la perspectiva del tiempo transcurrido y ahora que el sistema está dándose de baja por antigüedad, es el momento de dar a conocer este hecho. Quizá, de esta forma, se evite la pérdida de los equipos entre la chatarra, el olvido del trabajo de muchos profesionales y el gran esfuerzo que supuso la inversión económica. Todo ello avalado por el gran interés demostrado por las autoridades civiles y militares españolas de aquellos años, para que la idea se hiciera realidad.

Con esta motivación, sería deseable que los equipos del sistema AFIS puedan depositarse en el Museo del Aire para conocimiento general formando parte de nuestra historia aeronáutica. Para aquellos que no tengan conocimientos técnicos sobre el tema de este artículo, comenzaré con una breve descripción del sistema y el ámbito de la aeronáutica en el que es útil para hacerlo rentable técnica y económicamente, ya que dicho sistema continúa vigente en todo el mundo, aunque con tecnología más moderna.

Antes de seguir adelante, pido disculpas a todos aquellos que no son nombrados de forma específica en este artículo, con el ruego de que sepan entender que es imposible, en el tiempo, recordar la dimensión concreta de la aportación al programa que aquí se describe de cada uno. Pero sí quiero señalar que todos los trabajos son resultado del esfuerzo de un grupo de personas que, con más o menos aportación, tienen el reconocimiento y agradecimiento de haber colaborado, en común, en el resultado final, y esta vez con éxito sobradamente demostrado y que aún continúa.

Igualmente, es de justicia hacer referencia al magnífico artículo histórico sobre el tema de la inspección en vuelo, de título *Los inicios de la inspección en vuelo de radioayudas en España*, cuyo autor, Antonio González-Betes (coronel ingeniero aeronáutico) nos ha dejado un espléndido documento histórico que, en cierto modo, pretendo continuarlo hasta terminar en la modernidad de dicha actividad. El lector que esté interesado puede encontrarlo en la revista de historia aeronáutica, Revista Aeroplano, año 2005, n.º 23.

Para comenzar recordemos la importancia del espacio aéreo dado por el Convenio de Chicago, desde sus inicios en 1944, en el que sus países signatarios, todos miembros de Naciones Unidas, se comprometen a mantener su espacio aéreo soberano en condiciones seguras. Dicho Convenio tuvo por objeto actualizar las normas sobre aviación civil

internacional. Actualmente es el tratado normativo más importante en relación con el derecho público internacional aeronáutico.

Haciendo un poco de historia, en el año 1944 con el final de la II Guerra Mundial próximo, Estados Unidos promovió una conferencia con el fin de actualizar los acuerdos internacionales sobre aviación civil, estancados prácticamente desde la Convención de París de 1919. La conferencia se celebró en Chicago del 1 de noviembre hasta el 7 de diciembre de 1944 con asistencia de delegados de 52 Estados. Se acordó constituir un organismo permanente que continuase la tarea de 1919, llamado inicialmente Organización Provisional de Aviación Civil Internacional (OPACI), hasta que en el año 1947 pasó a denominarse Organización de Aviación Civil Internacional (OACI), al ser refrendado el convenio por los Estados miembros.

El Convenio de Chicago consta actualmente de 1 considerando, 96 artículos divididos en 4 partes y 19 anexos. En ellos, y a modo de resumen, se destaca que todos los Estados tienen soberanía plena y exclusiva respecto al espacio aéreo sobre su territorio. También, que todas las aeronaves civiles podrán volar y sobrevolar el espacio aéreo de otro Estado y realizar escalas técnicas comerciales en él sin obtener permiso previo de ese país. Estas dos libertades estarán supeditadas a las condiciones de aeronavegación que imponga dicho Estado (zonas de exclusión militar, por ejemplo) y además, el país podrá requerir aterrizar e inspeccionar las aeronaves por motivos de seguridad.

En otro punto dice que cada Estado puede mantener sus propias reglas del aire siempre y exigiéndolas a las aeronaves que sobrevuelen su espacio aéreo siempre que estén en consonancia con las dictadas en este Convenio. Así mismo, si el Estado titular accede, OACI podrá establecer, promover y cooperar en el funcionamiento de aeropuertos y ayudas a la navegación de dicho país.

Igualmente, en diferentes momentos del texto del Convenio, hace referencia a que cada Estado miembro pondrá todo su empeño en asegurar un espacio aéreo propio seguro, realizando todo el esfuerzo técnico, económico y operativo necesario que garantice esa seguridad. Todo el contenido humano y técnico (controladores, pilotos, técnicos de mantenimiento de instalaciones aeronáuticas, ayudas a la navegación, etc.) que permite ordenar ese espacio aéreo, lo vamos a llamar Sistema de Navegación Aérea (SNA).

Este sistema (SNA) necesita ser legislado, desarrollado, mantenido e inspeccionado para asegurar que se mantienen los requerimientos de seguridad nacional que emanan de los documentos emitidos por OACI, previa aprobación de la Asamblea General de dicha organización. De entre todas estas funciones, nos vamos a centrar en la inspección y certificación del SNA, ya que ha de realizarse la función inspectora y certificadora para que las instalaciones que forman una

parte del SNA y que apoyan el vuelo de los usuarios del mismo, puedan ser utilizadas por estos con toda garantía de seguridad y confianza en la señal radiada. La responsabilidad final inspectora y certificadora del SNA es del Estado, por lo que los documentos resultantes del desarrollo de esas actividades han de ser sancionados por un funcionario experto en ese campo.

La herramienta que se utiliza para llevar a cabo esta función inspectora y certificadora consta de tres componentes básicos: la aeronave, la consola para el tratamiento de señales recibidas durante el vuelo y la tripulación. Los requisitos de la aeronave para utilizarse en la función inspectora están mínimamente definidos en el documento correspondiente de OACI, pero es aconsejable que tenga motores tipo *jet*, diversidad de velocidades, cierta comodidad interior y que admita la instalación de la consola, a ser posible con el operador situado en la dirección del vuelo. También es necesaria una configuración instrumental de cabina de vuelo relativamente actualizada.

La consola que se utiliza en vuelo para la función inspectora, puede ser muy variada en su configuración y en precio, pero al final, cualquiera que se elija, debe ser capaz de evaluar todas las ayudas a la navegación que pueden configurar el SNA, así como los procedimientos instrumentales asociados a ellas y los visuales si los hubiera. Como paso final de la herramienta que hemos hablado, al haber efectuado una integración aeronave-consola, con las modificaciones técnicas e incorporación de nueva documentación, es preceptivo conseguir todas las certificaciones necesarias que permitan

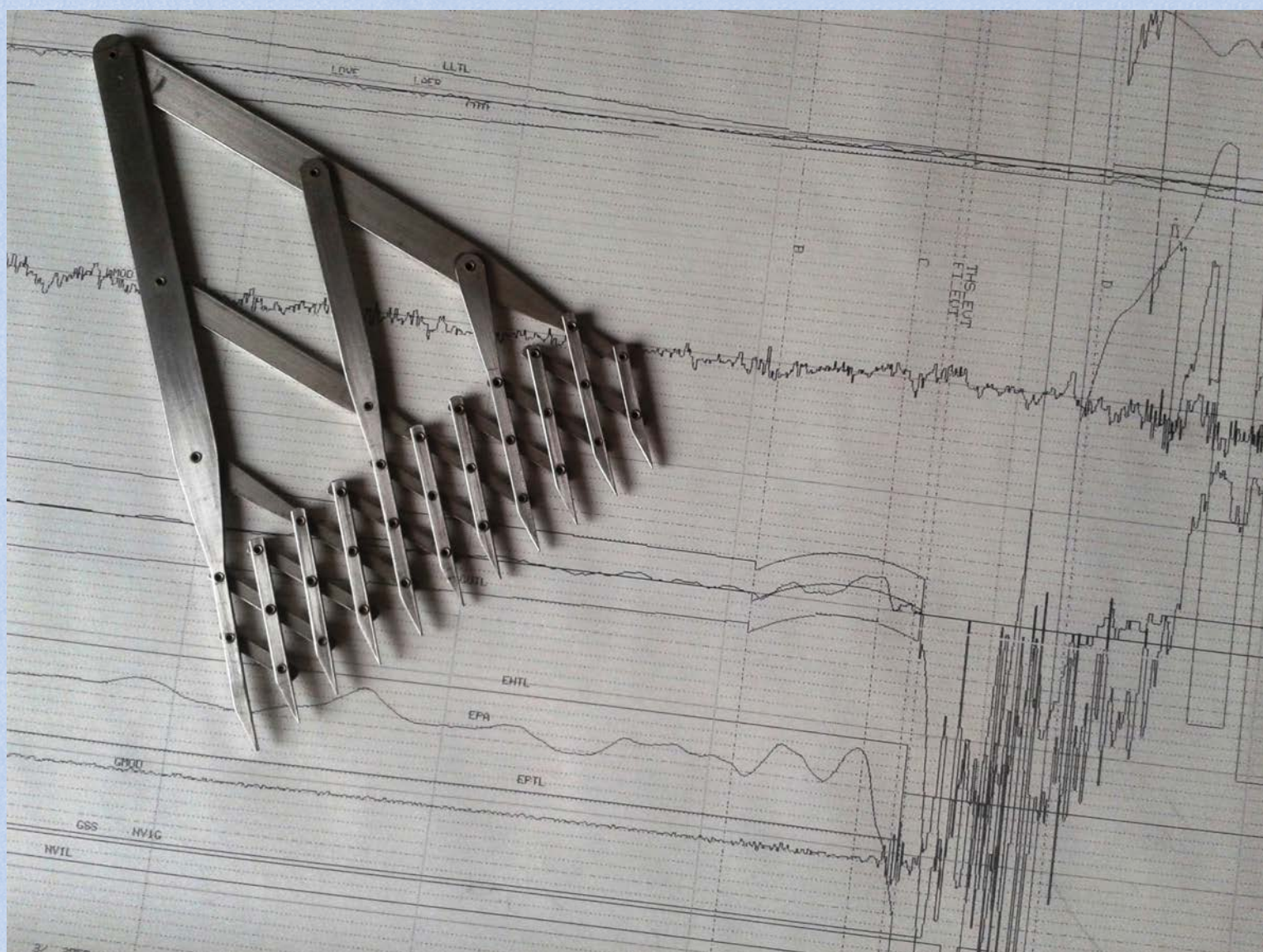
volver a operar con la aeronave, de forma genérica, como con la configuración inicial.

La tripulación que va a realizar la labor inspectora ha de tener todos los permisos y licencias propios del personal de vuelo, así como la propia para desarrollar la actividad inspectora, además de la formación adecuada a la actividad específica que va a desarrollar.

Curiosidades previas al sistema AFIS

Antes de utilizar el sistema AFIS, las aeronaves Falcon 20 de inspección en vuelo tenían instalada una consola francesa, la cual se consideraba semiautomática. Era muy completa en su época y fácil de manejar, pero técnicamente muy delicada. Su operación era manual y también el análisis de los resultados obtenidos en vuelo. Curiosamente, tenía un programador muy elemental, en el que se definía la función a realizar y registrar de forma manual. Esto era posible mediante puentes de cableado, que unían puertos determinados sobre una tabla, los cuales tenían funciones y toma de datos específicos en cada uno de ellos.

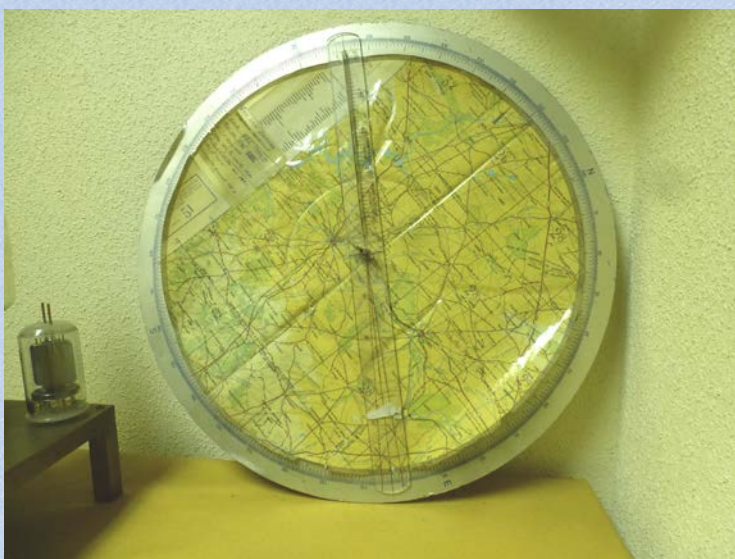
Se trabajaba sobre un registrador gráfico de 10 canales que, inicialmente, era de agujas impresoras de tinta. Posteriormente se modernizaron cambiándose a impresión térmica. A bordo, la posición de los operadores (eran necesarios dos en cada misión) de la consola era perpendicular al sentido del vuelo, lo que ocasionaba unas condiciones de vuelo desagradables y de cansancio, a la vez que sentimiento de mareo después de varias horas de misión. Se necesitaba tiempo para acostumbrarse y evitar el mareo.



Compás de once puntas

Realmente, lo curioso en el desarrollo de la actividad del vuelo de inspección eran los artilugios que se utilizaban. Uno de ellos era un compás de once puntas con el cual se hacían diferentes mediciones sobre los registros gráficos, especialmente sobre las ayudas VOR, TACAN y NDB. Ese compás lo diseñó un técnico español de la antigua Subsecretaría de Aviación Civil, integrada en el Ministerio del Aire de entonces, y fue construido y montado artesanalmente. Era una herramienta imprescindible que sorprendía a todo aquel que lo veía.

Otro artilugio curioso que se diseñó artesanalmente en la propia UCCAN (Unidad de Calibración y Comprobación de Ayudas a la Navegación), fue lo que se llamaba «ensaimada». Consistía en una superficie plana redonda, sobre la que estaba dibujado el punto cardinal Norte y los 360 grados. Sobre ella se apoyaba una carta de navegación recortada al tamaño de la superficie y, sobre ambas, una regla indicadora de millas que podía girar con el eje en el centro de la tabla redonda. Su utilización era muy variada, pero muy eficaz cuando era necesario localizar una anomalía de las ayudas a la navegación en vuelo visual.



La herramienta conocida como «ensaimada»

Daremos una somera explicación del nombre (UCCAN), de su ubicación de entonces y sobre la actividad inspectora del SNA. La UCCAN era una unidad compartida por el Ministerio del Aire de entonces, con la Dirección General de Aviación Civil, antes Subsecretaría dentro del Ejército del Aire. Posteriormente, se denominó 401 Escuadrón de FF.AA., manteniendo personal especializado civil y militar. Ya solo con personal militar, se denominó 45 Grupo de FF.AA., al que se asignaron nuevas actividades y misiones, lo que hizo ampliar el material y personal. Más tarde, por motivos organizativos, la actividad inspectora del SNA pasó al 47 Grupo.

En esta última ubicación, las aeronaves Falcon 20 y las consolas SIERRA integradas ya han sido dadas de baja, realizándose el último vuelo el 24 de noviembre de 2015 después de un buen número de años llenos de trabajo, experiencias de todo tipo, misiones en el extranjero y, en general, una misión callada de servicio a la sociedad, sacrificada y poco reconocida.

Proceso de elección del sistema autónomo (AFIS)

Pues bien, llegado a este punto, diremos que el sistema denominado AFIS, cuyas siglas definen al propio sistema (Autonomous Flight Inspection System), fue el primer sistema en el mundo de estas características. Es más, España lanzó la demanda de la necesidad de un sistema autónomo para realizar los vuelos de inspección, lanzándose varias compañías para conseguir la idea. Una vez estudiadas las

diferentes propuestas que se recibieron, se aceptó la que parecía realmente más «autónoma», pasándose a la fase de investigación que permitiese posteriormente su construcción y, más tarde, la operación. España financió y participó en este proyecto, que cambió totalmente la filosofía de ese tipo de vuelos y de la industria que abastece técnicamente del material y equipos necesarios para realizar la actividad inspectora.

Para llegar a lo descrito en el párrafo anterior, nos situaremos al principio del programa en el año 1983, cuando se efectuaban los vuelos de inspección en España de forma semiautomática y el seguimiento de la aeronave inspectora era manual, con consolas muy elementales comentadas anteriormente, pero muy completas, y dependiendo de un teodolito/radio-teodolito en tierra. El manejo, la toma de datos y el seguimiento de la aeronave de inspección era realizado por personal muy experto, cuya tarea tenía una muy alta dependencia de la meteorología (nieblas, mala visibilidad, etc.), dificultando mucho la toma de datos en vuelo, cuando no se cancelaban hasta mejorar la meteorología local. (Para más información histórica sobre la inspección en vuelo en España de los años previos a la fecha nombrada arriba, se recomienda la lectura del artículo antes nombrado).

En un momento determinado y con todas las pegas que surgían en los vuelos de inspección, el comandante del Cuerpo de Ingenieros, Alejandro Seguido de la Fuente, jefe del Laboratorio de Aviónica del 401 Escuadrón del EA, situado en el entonces Aeropuerto de Barajas, tomó la decisión de empezar a definir un sistema que fuera lo más autónomo posible y se comunicó a los superiores orgánicos que este plan estaba tomando forma. Se realizaron estudios contactando con diferentes compañías, proponiéndoles colaborar en el desarrollo del proyecto.



Comisión de evaluación de Litton en Ottawa (Ontario, Ca), con el avión del vuelo de pruebas del proyecto del sistema autónomo canadiense

Contra todo pronóstico, hubo un apoyo total a la idea lanzada y después de varios años, se nombró una comisión para seleccionar las diferentes propuestas técnicas con el objetivo final de hacer autónoma a la aeronave de inspección durante todo el vuelo de toma de datos. La Comisión de evaluación para el sistema en Litton (Canadá) estaba formada por el comandante (S.V.) Ignacio González-Anleo, el comandante (C.I.E.A) Alejandro Seguido de la Fuente y el capitán (CIEA) José Luis Delpón Ramos, los cuales tenían la misión de seleccionar tres propuestas técnicas reales en fábrica, a modo de maquetas, para después evaluarlas y proponer a una sola, pensando únicamente en los aspectos técnicos y de viabilidad de las mismas. Con el mismo cometido pero para la empresa SIERRA Research en EE.UU., la comisión la formaba el comandante Alejandro Seguido de la Fuente del CIEA, el capitán (S.V.) Marcelino Escarda y el capitán del

CIEA José Luis Delpón Ramos. Por aquellos años, al mando del 401 Escuadrón (después denominado 45 Grupo de FF.AA.) estaba el coronel Enrique Nieto Rodríguez.

Quedaron varias propuestas encima de la mesa (algunas eran muy teóricas), y las únicas que ofrecían cierta garantía de autonomía eran: una de la empresa canadiense Litton, con utilización de espejos a cada lado de los umbrales de pista, lo que ya no permitía autonomía por su delicado mantenimiento de la disponibilidad operativa, realizándose vuelos reales de pruebas con resultados llenos de preguntas sin respuesta. Otra fue la estadounidense SIERRA Research (con utilización de lectura de código de barras inicialmente y más tarde, lectura de las coordenadas de los umbrales de pista). Con este sistema no se realizó vuelo, pues la prueba se realizó con maqueta en laboratorio.

Se visitaron ambas empresas y la que más avanzada tenía la idea, fue SIERRA Research, la cual incluso tenía construida una maqueta con una simulación elemental de la solución (lectura de un código de barras sobre la pista y, posteriormente, las coordenadas) para conseguir la autonomía en la toma de datos en vuelo. Al final, con tres empresas finalistas, en el informe presentado donde se incluía un tríptico de análisis comparativo entre ellas, la Comisión de Evaluación tomó la decisión de elegir a SIERRA Research (Buffalo, NY, EE.UU.).

Sin entrar en explicaciones de los detalles de investigación y trabajo sobre maqueta, se alcanzó un sistema autónomo, el cual empezó utilizando código de barras para reconocimiento de los umbrales de pista, pasando por las coordenadas ED50 y conversión con constantes Molodensky (calculadas por los ingenieros de SIERRA para el AFIS) a las coordenadas WGS 84, entonces emergentes, acabando posteriormente con la utilización del sistema GPS como posicionamiento automático de la aeronave y, por tanto, del sistema embarcado para realizar la toma de datos y análisis de los vuelos de inspección de las radioayudas y procedimientos asociados, siempre con la lectura inicial del INS (Inertial Navigation System) como posicionamiento de referencia.

En la definición de la «autonomía» del sistema, la idea inicial era la de utilizar la información del equipo medidor de distancia DME (Distance Measurement Equipment), de forma ampliamente generosa en todo el espacio aéreo, y que utilizándola como «multilateración» se puede conocer permanentemente la situación de la aeronave, en un punto del espacio, en vuelo. Esto es posible gracias al cálculo de la intersección de arcos de circunferencias, cuyo radio es la distancia de la aeronave a cada ayuda DME que se recibe en cada momento, y con centro en la circunferencia de la ayuda DME. El número mínimo de equipos DME recibidos a bordo

debe ser de tres para que no haya ambigüedad en el cálculo de la posición.

Cuando se puso en práctica en la primera guerra del Golfo por parte de la USAF, se descubrió que a baja cota la multilateración aportaba una indefinición, de forma que situaba a la aeronave en dos puntos a la vez. En España se observó que por debajo de 5.000 ft no había cobertura DME suficiente, hacía falta la recepción a bordo de cuatro estaciones DME como mínimo para salvar todas las indefiniciones. Por este motivo, se volvió la vista hacia el tratamiento en el software de coordenadas, en vez de la información DME.

Desde que surgió esta idea asociada a la señal DME, se inició el proceso de estudio y hasta que empezó la fabricación del AFIS pasaron seis años (1983-1989). Una vez en el desarrollo y en la cadena de montaje, los sistemas españoles fueron los números 5, 6 y 7 (los dos primeros correspondían a equipos y a la consola embarcada y el último era el laboratorio en tierra y simulador), con la denominación SIERRA-8711-AFIS. Los números 1, 2, 3 y 4 fueron entregados a la US Air Force, sistemas con requerimientos más simples que los del programa español. Estos se utilizaron en la primera guerra del Golfo, de donde se extrajeron enseñanzas que se tradujeron en mejoras para los sistemas españoles y posteriores. Las mejoras añadieron un segundo sistema alternativo a la propia consola de inspección, de forma que en el caso de fallo en la consola principal existiese la posibilidad de no abortar el vuelo de inspección y realizar la misión. Estas mejoras garantizaban la misión cualquiera que fuera la ayuda o procedimiento asociado a evaluar.

Este segundo sistema, denominado ACS (Alternate Capability System) no estaba previsto en el pliego de prescripciones técnicas, ni siquiera en la concepción del sistema inicial por parte de SIERRA, sino que, como se ha dicho, fue consecuencia de la experiencia adquirida por la USAF en la primera guerra del Golfo. Japón compró los números 8, 9, 10 y 11. En España empezó a estar operativo en septiembre de 1992, invirtiéndose alrededor de 100 horas de vuelo para adaptar el sistema a nuestras coordenadas, dimensionar los datos de los aeropuertos y de las ayudas, pulir algunos perfiles de vuelo y formar a los operadores de consola y pilotos.



Comisión de Evaluación de SIERRA Research en Buffalo (NY, EE.UU.)



Sistema ACS (Alternate Capability System) alternativo a la consola principal

¿Qué es el AFIS?

El sistema de inspección en vuelo autónomo (AFIS, siglas en inglés de Autonomous Flight Inspection System), tiene como propósito inspeccionar y calibrar las señales basadas en tierra que permiten la navegación aérea, en general, de la aeronave inspectora, en particular, y además de aquellas ayudas que permiten el aterrizaje de las aeronaves. El AFIS

consta de un conjunto de equipos y un ordenador (incluida una pantalla de trabajo), el cual es capaz de recibir, procesar y grabar los datos necesarios para evaluar las características en el aire de una ayuda en tierra y sus procedimientos de vuelo asociados, con posibilidad de analizar en tiempo real los datos recibidos o de repetir la secuencia del vuelo una vez en tierra.

Los datos necesarios para evaluar el estado de funcionamiento de una instalación se recogen y procesan, en tiempo real, durante los procedimientos de vuelo de la aeronave, que son específicos para el entorno de la instalación bajo prueba. El ordenador del sistema de adquisición de datos y de visualización automática (ADADS) es el centro del sistema de inspección en vuelo. Este recibe datos de los receptores de aviónica y de los equipos de navegación; los procesa, muestra y registra los datos en conjunto y los resultados.

El sistema AFIS, como solución definitiva, incorporó un altímetro láser de alta precisión, una cámara miniatura de TV, un ordenador específico ADADS (Automatic Data Acquisition and Display System), sistema de adquisición y presentación de datos automáticos, no de mercado, para este tipo de registros y cálculos y un registrador con posibilidades de procesar hasta treinta y seis señales a la vez, seleccionando las adecuadas para cada perfil de análisis. Realmente, era un registro en el que la presentación de las señales hacía muy fácil el análisis de las mismas de forma individual, o conjunta, para interpretar el vuelo real.

En caso de tener que resolver un problema de la instalación en tierra (en proceso de alta de la misma o por mal funcionamiento), entenderlo y analizarlo se hacía fácil, siendo muy útil la presentación del conjunto de señales para un análisis límite, por ejemplo, el trabajo de una Comisión de Accidentes. En este caso, la prueba es aceptable y contundente, ya que todo el vuelo se presenta en un solo registro, sin uniones, pudiéndose «ver» el vuelo en su conjunto.

El sistema tenía la posibilidad de tomar datos en vuelo, analizar y registrar cada ayuda o, en el caso del ILS, LOC y GS al mismo tiempo en su conjunto, haciendo las presentaciones en tiempo real. También, y una vez en tierra, se podían repetir los vuelos totalmente, sirviendo de análisis exhaustivo o de enseñanza para los nuevos operadores del sistema (inspectores). Además, la configuración del sistema incorporó a la aeronave antenas de forma independiente a la normal navegación, cableado, modificación de los instrumentos de cabina, modificación del sistema inercial, modificación de la bancada central en cabina, nuevos pro-

cedimientos de emergencia con los inversores de la aeronave, etc.

Los procedimientos de vuelo de la aeronave inspectora con el sistema AFIS (Falcon-20 del EA), eran muy sencillos: se limitaban a definir perfiles de vuelo, semejantes a los que realizaba un usuario común de la ayuda, salvo algunos específicos con posicionamientos límites de los sectores de utilización de la ayuda. Por ello, con el AFIS no era necesario interferir las maniobras de las aeronaves usuarias de una ayuda, más bien la aeronave inspectora se integraba en los tráficós comerciales estándar. A los controladores de los centros de control aéreo les facilitaba la labor y aumentaba la seguridad.

La idea de la definición original y de cómo iba a funcionar el AFIS se la debemos a dos ingenieros de SIERRA Research, que se pueden considerar los precursores de toda la industria que ha venido después: Steve Bartphay (ideólogo del ingenio) y Gary Leroy Hanes (como ingeniero de vuelo). El representante español en EE.UU. para este programa y responsable de que todo fuera técnicamente aceptable, para implantarlo en España y formar al personal de vuelo, fue el comandante del Cuerpo de Ingenieros Aeronáuticos del Ejército del Aire, José Luis Delpón Ramos, realizando en EE.UU. un total de 205:10 horas de vuelo, estando clasificado para volar inicialmente con personal y aeronaves de la US Air Force, con los primeros sistemas de la cadena del AFIS.



Parte de un registro conjunto de LOC y GS, de un ILS

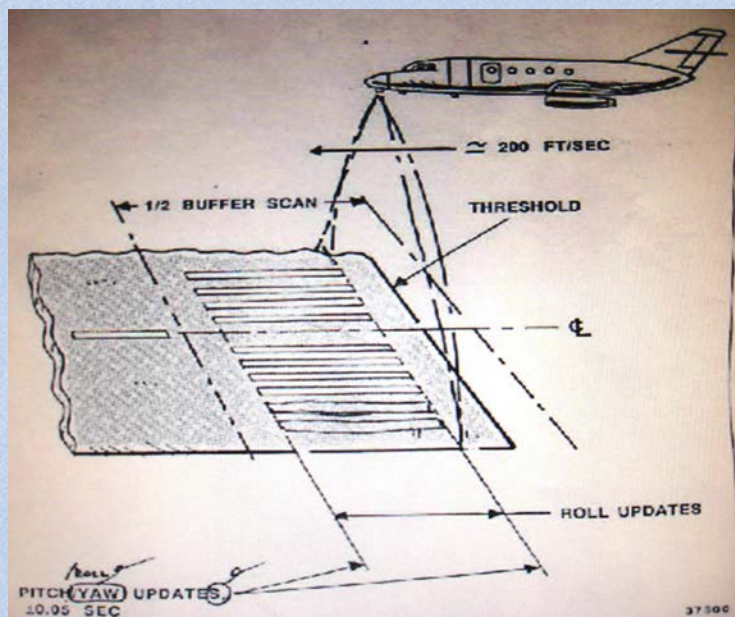
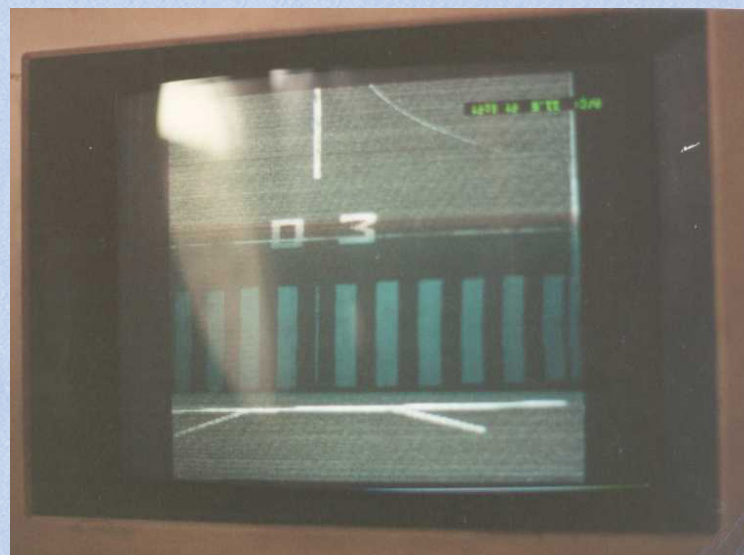


Gráfico de trabajo para la definición del posicionamiento del sistema sobre los umbrales de pista



Pantalla de trabajo del sistema AFIS

talaciones que tenía SIERRA Research en el Aeropuerto de Buffalo (NY., USA), invirtiendo un total de casi tres años en la definición técnica, modificaciones, pruebas en diferentes aeropuertos de USA y volando con todo tipo de condiciones meteorológicas, ya que se buscaba que el sistema fuera fiable en su autonomía ambiental, exactitud y fiabilidad en cualquier condición de vuelo (lluvia, nieve, viento, despejado, niebla, etc.).

El AFIS, en su comienzo, era capaz de evaluar en vuelo todas las ayudas que existen en la actualidad, salvo conceptos nuevos como es el RNAV (sistema de navegación aérea), SCATI (sistema de control de tráfico aéreo, GBAS (Ground Base Augmentation System), WAAS (Wide Area Augmentation System) o conceptos modernos similares. Sin embargo,

al final del programa, la Dirección General de Aviación Civil española decidió integrar el sistema de aterrizaje MLS (Microwave Landing System), puntero en aquellos años, que era otra tecnología I+D para el AFIS y que participó económicamente en el desarrollo, instalación y evaluación de dicho sistema. Eso hizo permanecer más meses en Buffalo (NY, EE.UU.), retrasando la vuelta a España.

Se trabajó en Atlantic City (NY) y Wichita (KS), en coordinación con la FAA de EE.UU., en las instalaciones que tenían en esos aeropuertos relacionadas con el MLS, ya que en España solo existían los MLS de la NASA para las aeronaves espaciales (frecuencias especiales y clasificadas) en dos aeropuertos españoles, pero que utilizaban una frecuencia por encima de las comerciales.

Datos puntuales del programa SIERRA-8711-AFIS (1988-2015)

Datos de referencia.

Fabricante	LTV Missiles and Electronic Group (SIERRA Rerearch Division) (Buffalo, NY, EE.UU.)
Programa	Investigación y desarrollo de un sistema autónomo (Autonomous Flight Inspection System) de inspección en vuelo del sistema de navegación aérea (SNA), posteriormente conocido mundialmente como AFIS. Denominación del programa “Expediente 86513-Ext, de adquisición de calibración de radioayudas”.

Promotor	Ministerio del Aire para el AFIS (participación de Presidencia del Gobierno) y la Dirección General de Aviación Civil en la parte del programa dedicada al MLS (Microwave Landing System).
Objetivo	Realización de la inspección en vuelo de las ayudas a la navegación aérea y sus procedimientos instrumentales asociados, con maniobras y obtención de resultados totalmente autónomos, con equipamiento adecuado de dos aeronaves Falcon 20 del Ejército del Aire español.



Falcon-20 en las instalaciones de LTV-SIERRA en el aeropuerto de Buffalo (NY)

Duración del programa	Ocho años, de los cuales los tres últimos se dedicaron a la fabricación del sistema AFIS, instalación e integración en las aeronaves (una vez modificadas) y certificación en vuelo de los parámetros obtenidos a bordo, todo ello en EE.UU. y, posteriormente, traslado a España para su utilización en la certificación del SNA, con la nueva filosofía de la actividad de inspección en vuelo del SNA.
Fases del Programa	Se realizó el programa en dos fases: alrededor de un año en Wichita (Kansas) en las instalaciones de United Beechcraft (para modificación del instrumental de navegación en cabina a EFIS (Electronic Flight Instrument System), ubicadas en el aeropuerto de dicha ciudad, y un año y medio en la ciudad de Buffalo (NY) en las instalaciones de SIERRA Research ubicadas en el aeropuerto de dicha ciudad para la instalación, integración y pruebas de aceptación del sistema completo (AFIS, con MLS incluido)

Directores de la innovación	<p>Steve Bartfay (ingeniero de proyecto) y Gary Leroy Hanes (ingeniero de vuelo) de la empresa SIERRA Research Division. El primero diseñó diferentes formas de conseguir esa autonomía de la aeronave, utilizando maquetas y prototipos diversos, como preparación del definitivo. El segundo, su responsabilidad estaba en conseguir resultados de las pruebas en vuelo e integrar al equipo de ingenieros con diversas especialidades, incluyendo al representante español, para conseguir un funcionamiento acorde con la actividad a desarrollar.</p> <p>La empresa SIERRA Research Division estaba clasificada por el gobierno EE.UU. para desarrollar programas de defensa, según necesidades de los tres ejércitos de ese país, además de programas de entrenamiento en vuelo de las personas seleccionadas para posibles astronautas de la NASA.</p>
Comisión responsable del Programa	<p>La Comisión nombrada para el seguimiento del Programa AFIS, la componían el general Alfonso Rodrigo Rodrigo (Director del Expediente), el coronel del Cuerpo de Ingenieros Aeronáuticos Francisco Campos (Ingeniero Director Técnico), el coronel (SV) Adolfo López Cano (comisionado por GJMALOG), el teniente coronel José Antonio Algaba Traspuesto (Ingeniero de Control de Calidad), el comandante del Cuerpo de Ingenieros Santiago Matas Utrilla (colaborador técnico del Director del Expediente y aseguramiento de la calidad), el capitán del Cuerpo de Ingenieros José Luis Delpón Ramos, como responsable <i>in situ</i> del programa AFIS (Exp 86513-EXT), el capitán (SV) Pablo Estrada y el brigada Cecilio Sanz Hontoria (Mecánico de Electrónica).</p>
Representantes españoles estables en el programa en EE.UU.	<p>Durante el periodo que duró el programa en EE.UU. (final de 1988 hasta mediados de 1991), los representantes españoles presentes en el programa AFIS fueron el capitán del Cuerpo de Ingenieros José Luis Delpón Ramos (todo el tiempo que duró el programa AFIS) y el brigada mecánico en electrónica, Cecilio Sanz Hontoria (durante el primer año).</p>



Comisión de seguimiento Exp. 86513-Ext.- AFIS
 De izda a dcha.- De pie: Steve Bartfay, brigada Cecilio Sanz Hontoria, teniente coronel José A. Algaba, general Alfonso Rodrigo, capitán José Luis Delpón Ramos, capitán Pablo Estrada. Sentados: Robert Appleby, comandante Santiago Matas, Gary L. Hanes, coronel Francisco Campos

<p>Antecedentes</p>	<p>La historia de la comprobación de ayudas en España comienza el 4 de enero de 1956 cuando, por teletipo núm. 59 de la Subsecretaría del Ejército del Aire, se designan un jefe y un oficial del Arma de Aviación (SV) para realizar en los EE.UU. un curso especial de Inspector de ayudas a la navegación. El jefe y oficial antes citados pasan destinados al Escuadrón del Estado Mayor del Aire, para formar la tripulación del avión-laboratorio a disposición de la Dirección General de Protección de Vuelo.</p> <p>Desde el inicio del programa AFIS, varios fueron los cambios orgánicos y técnicos llevados a cabo en la inspección en vuelo, hasta que se decidió instalar el sistema de última generación SIERRA-8711-AFIS en los aviones Falcon 20 (Mystere) del Ejército del Aire.</p> <p>La necesidad de instalación de un sistema de estas características, surgió para conseguir una autonomía del posicionamiento de la aeronave en vuelo, que la independizara de la información recibida desde tierra con sistemas tradicionales (por ejemplo, teodolito). Con ello, la mala visibilidad, nieblas, lluvia, etc. ya no eran factores determinantes para cancelar un vuelo de inspección de radioayudas.</p> <p>En los años en los que se vio la necesidad de mejorar el método de inspección en vuelo, se estaba iniciando un incremento importante de las ayudas instaladas en tierra y, en general, una mejora sustancial del SNA español. Esto significaba un incremento de trabajo, el cual se traduciría en horas de vuelo (alrededor de 1.500 horas/año), que había que asegurarlas sin la dependencia de los factores meteorológicos.</p>
----------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Breve historia del programa 8711-AFIS para inspección en vuelo del SNA

Después de diversos contactos con empresas de diferentes países (Canadá, Alemania, Noruega, Francia, EE.UU. e Italia) que habían ofrecido proyectos de sistemas con el objetivo indicado, mostrando diferentes formas del concepto de «sistema autónomo», se decidió elegir el proyecto de EE.UU. (SIERRA), dado que era el que mejor encajaba dentro del concepto de lo que significaba una maqueta avanzada.

En 1988 se tomó la decisión de desarrollar, instalar y certificar el sistema SIERRA, el cual ofrecía la característica requerida de autonomía total, es decir, no dependencia de ningún sistema de referencia en tierra. Para ello, hubo que trasladar dos Falcon 20, del 45 Grupo de FF.AA. a EE.UU. a las instalaciones de United Beechcraft en Wichita (Kansas), donde se modificó la cabina de la aeronave a un sistema EFIS y se realizó la preinstalación de la consola, para instalarla posteriormente en las dependencias de SIERRA Research Division en Buffalo (NY), donde se volaría para las pruebas iniciales y certificación final.

Traslado de las aeronaves Falcon 20 a EE.UU.

El desplazamiento a Estados Unidos se realizó en dos vuelos, con aeronaves Falcon-20 (autonomía de tres horas y cuarenta y cinco minutos) en sendos viajes consecutivos, de 15,20 horas el primero (25 de noviembre de 1988), en siete saltos, y el segundo (23 de febrero de 1989) de 16,5 h en ocho saltos, con los siguientes recorridos:

- Primer vuelo (aeronave 45-02/EC-BZV)
- 25/noviembre/1988: Madrid-Glasgow (Escocia)-Reikjavik (Islandia)
- Hora de salida: 09:00 a.m.
- 26/noviembre/1988: Reikjavik-Sondrestrom (Groenlandia)-Iqaluit (Canadá)-Val d'Or (Canadá)-Buffalo, NY (EE.UU.)
- 28/noviembre/1988: Buffalo, NY-Wichita, KS (EE.UU.)

La tripulación que realizó el primer vuelo de traslado a EE.UU. desde España, estaba compuesta por el teniente coronel (SV) Alfonso Carvajal Fernández de Córdoba y los capitanes Rafael Palencia Delgado y Javier Pérez de Uribarri (ambos SV), los capitanes del Cuerpo de Ingenieros Aero-náuticos José Luis Delpón Ramos y Jaime González Martín y el sargento Mecánico José L. Blázquez Lorenzo.



Primer Vuelo a EE.UU. de la aeronave Falcon 20 del 45 Grupo de FF.AA.



Iqaluit (Canadá), aeropuerto de escala primer vuelo traslado

- Segundo vuelo. (Aeronave 45-03/EC-BXV)
- 23/febrero/1989 Madrid-Glasgow (Escocia)-Reikjavik (Islandia)
- Hora de salida: 09:00 a.m.
- 24/febrero/1989 Reikjavik-Nasassuak (Groenlandia)-Goose Bay (Canadá)-Pease A.B. (Canadá)-Andrews AFB (EE.UU.)

26/febrero/1989

Andrews AFB-Richards Gebour AFB
(EE.UU.)-Wichita, KS, (EE.UU.)



Segundo vuelo a EE.UU. de la aeronave Falcon 20 del 45 Grupo de FFAA.

La tripulación que realizó el segundo vuelo de traslado a EE.UU. desde España, estaba compuesta por los comandantes (SV) Pablo Estrada y Miguel Pujals, el capitán (SV) Javier González Pan, el brigada de Electrónica Cecilio Sanz Hontoria, mecánico sargento Cánovas y el capitán del Cuerpo de Ingenieros Aeronáuticos José Luis Delpón Ramos.

Cuando se autorizó el traslado de las aeronaves a EE.UU. para llevar a cabo el programa AFIS, al Mando del 45 Grupo de FFAA estaba el coronel Jenaro López Iñiguez, quién recibió posteriormente el programa finalizado, iniciándose su puesta en marcha en España.

Un hecho curioso y desconocido, ocurrió cuando las aeronaves volaron por encima del paralelo 66° 30' (Arctic

Circle). Al hacerlo por primera vez y tomar tierra en aeropuertos por encima de ese paralelo, se concedía y se acreditaba a los tripulantes de la aeronave en cuestión, con el correspondiente Diploma que decía: «Canada's Arctic Northwest Territories: having crossed the Arctic Circle has been accepted for membership in the exclusive Polar Bear Chapter, Order of arctic Adventurers», lo que sorprendió a todos los que allí estábamos.

Modificación de las aeronaves Falcon 20 del EA

Desde la llegada de las aeronaves a las instalaciones de United Beechcraft (Wichita), el avión 45-02 estuvo hasta finales de diciembre de 1989 y el 45-03 hasta mayo de 1990, después se trasladaron a las instalaciones de SIERRA Research Division (Buffalo, NY). Allí se les modificó toda la aviónica en cabina instalando el EFIS (Electronic Flight Instrument System) y se realizó la preinstalación de antenas, cableado, etc., para la consola de inspección en vuelo. Además, se incorporó una «cámara escáner», integrada en la parte inferior del morro de la aeronave como sistema de referencia autónomo, todo tiempo, y un altímetro láser de muy alta precisión (con un error máximo de 3 cm en mediciones de distancia a tierra).

Todos estos trabajos llevaron consigo pruebas de funcionamiento y aceptación, unas en tierra y otras en vuelo, en las que siempre tomó parte activa la representación española del momento. Algunas se documentan, a modo de ejemplo, con los «registros de informes de vuelo y mantenimiento de aeronave», elegidos como muestra.

Entre los trabajos más generales e intuitivos realizados podemos nombrar los siguientes: cambio de la aviónica original de las cabinas de las aeronaves al sistema EFIS, prueba de avión, prueba aviónica, ajuste «heading», instalación y prueba del nuevo piloto automático, VNAV y otras más, siendo todas ellas finalizadas con certificación FAA (Federal Aviation



Aeronave 45-03 aparcada en el aeropuerto de Goose Bay (Newfoundland, Canadá)



Modificación del morro del Falcon 20

Administration), tanto de diseño, como de instalación y funcionamiento.

Describiendo algunos trabajos, a modo de ejemplo, para así conocer el alcance del programa, vamos a mostrar el llevado a cabo en la cabina de las aeronaves, con la instalación del sistema EFIS. Para instalar este sistema, se desmontó toda la cabina tanto a nivel físico (modificando el soporte para la distribución de pantallas e instrumentos) como electrónico, ya que se modificó totalmente el cableado. Además, fue necesario alargar la bancada central en la cabina de pilotos para instalar el sistema FMS (Flight Management System).

Al realizar esta modificación física, se afectó al sistema manual de emergencia de «bajada de la rueda de morro», lo que

obligó a fabricar una pieza especial para desplazar el punto de enganche, para su utilización en caso de ser necesario, con la correspondiente certificación de la autoridad correspondiente en EE.UU.

Todo lo descrito obliga a realizar toda una serie de pruebas en tierra y en vuelo para verificar y certificar que todo funciona debidamente. En todas estas pruebas era necesaria la presencia del representante español, con la misión de efectuar personalmente la comprobación técnica y operacional de todos los puntos del procedimiento correspondiente.

Como documentos de referencia para constatar los controles y pruebas efectuadas, se muestran en los registros de informes de vuelo y mantenimiento que se confeccionaban para cada vuelo y prueba/aceptación que se realizaba. Lógicamente con indicación de las personas con responsabilidad en la realización del vuelo, del cual se obtenían resultados que condicionaban los trabajos a realizar una vez en tierra.

En todo el proceso del programa AFIS, dado que era un proyecto de I+D, no lo olvidemos, era necesario realizar una lista de comprobaciones muy larga de forma individual, pero que se recogían en conceptos envolventes. Desde que se desgranó la aeronave al comienzo de los trabajos para cambiar la instrumentación analógica de navegación en cabina por una digital (EFIS), hasta que se finalizó la integración de la consola AFIS en la aeronave, se realizaron desde comprobaciones simples de continuidad hasta certificaciones de resultados para realizar la actividad de inspección en vuelo. Todos estos trabajos se realizaron en las instalaciones de United Beechcraft en Wichita, (KS), a lo largo de diez meses, aproximadamente.

A modo de ejemplo, se van a enumerar algunas de ellas que se podrían considerar «típicas». Una de las primeras fue el «ajuste del heading» de la aeronave, el cual se realiza en tierra una vez colocada la aeronave sobre una rosa de



vientos, además del «centrado» que implica reconfigurar el centro de gravedad, punto muy importante para el equilibrio de la aeronave en todas y cada una de sus posibles configuraciones. Estos ajustes eran fundamentales para el resto de los trabajos.

Llegar a este punto del proceso implicaba la aceptación previa de la continuidad y correcto funcionamiento de toda la información de cabina ahora la aeronave se tenía que probar en vuelo, es decir, comenzaban los vuelos de prueba y aceptación técnica de la aeronave en sí. En estos vuelos se prueban todos los parámetros y condiciones reflejados por el fabricante en los manuales de la aeronave. Cuando se dice «todos» es literal, abarcando desde las velocidades de despegue, techo de vuelo máximo, arranque de motores en vuelo con alternancia en la prueba, vuelo estable y con toma de tierra a velocidad indicada en la correspondiente tabla del manual.

REGISTRO DE INFORMES DE VUELO Y MANTENIMIENTO DE AERONAVE										FECHA	
INFORME DE VUELO DE AERONAVE										09-07-89	
ORGANIZACIÓN		EMPLAZAMIENTO		TIPO, MODELO Y SERIE DE AERONAVE		NÚMERO DE SERIE DE AERONAVE		MOTORISTA O MECÁNICO A CARGO		GRADUACIÓN	
45 G. BARAJAS (MADRID)		BEECHCRAFT		WICHITA		45-02		U. B.		FALCON 20; 253	
EN LETRAS CLARAS DE IMPRENTA Nombres y dos apellidos - Gradación - País de servicio (Organización y subsecuencial si es necesario)											
Misión y tipo de vuelo (Organización y subsecuencial si es necesario)											
DATOS DE VUELO											
TIEMPO											
A/B/C/D/E/F/G/H/I											
LYN PENNEY (U.B.) PAT (RICO) DYE (U.B.) J. DELPON (S.A.F.) C. SANZ (S.A.F.) JOHN BOHN (Collins) GARY KRAUSE (Collins)											
2º Vuelo: Prueba TA 2º Flight: A/R test 3º Vuelo: 3º Flight: Gradación TA, A/R por formación, SNAV											
WICHITA 12:05 WICHITA 10:10 WICHITA 01:55 WICHITA 16:50 WICHITA 15:35 WICHITA 01:15											
SUMA Y SIGUE											
2 03:10											

Informe de vuelo de prueba piloto automático de la aeronave

Sobre las pruebas en concepto global, se agrupaban como FTP (Functional Test Procedures) y las ATP (Acceptance Test Procedures). Ambas estaban conformadas por un listado de pruebas, existiendo para cada una de estas un control individual que, en el caso de surgir algún problema, se transformaría en un expediente hasta su aceptación.

Una vez que la aeronave estaba aceptada técnicamente, la integración del AFIS en la aeronave tenía una configuración de lista de pruebas y controles similares para conseguir la calidad de los resultados buscada. Una vez conseguido esto,

REGISTRO DE INFORMES DE VUELO Y MANTENIMIENTO DE AERONAVE										FECHA	
INFORME DE VUELO DE AERONAVE										14-8-90	
ORGANIZACIÓN		EMPLAZAMIENTO		TIPO, MODELO Y SERIE DE AERONAVE		NÚMERO DE SERIE DE AERONAVE		MOTORISTA O MECÁNICO A CARGO		GRADUACIÓN	
45 G. FFAA BARAJAS MADRID		LTV SIERRA - BUFFALO		FALCON 20-222		45-03					
EN LETRAS CLARAS DE IMPRENTA Nombres y dos apellidos - Gradación - País de servicio (Organización y subsecuencial si es necesario)											
Misión y tipo de vuelo (Organización y subsecuencial si es necesario)											
DATOS DE VUELO											
TIEMPO											
A/B/C/D/E/F/G/H/I											
URIBARRI SAF DAN DREW LTV DELPON SAF SANZ SAF EGGLESTON LTV GARY HANES II Bill Christian LTV											
17º VUELO TEST #2 AND CAMERA 18 y 19 VUELO											
ATLANTIC C. 21:45 DE BUFFALO 9:10 DE BUFFALO 3:35 ATLANTIC CITY 15:10 DE ATLANTIC CITY 13:30 DE ATLANTIC CITY 01:40 DE ATLANTIC CITY 17:05 DE ATLANTIC CITY 16:00 DE ATLANTIC CITY 1:05											
SUMA Y SIGUE											
5:20											

Informe de vuelo de pruebas de la cámara y MLS

se pasó a las pruebas en vuelo, ya desde el concepto de las maniobras y la búsqueda de resultados para desarrollar la actividad de la inspección en vuelo de radioayudas.

En estas pruebas en vuelo se buscaba, también, la exactitud de la cámara, el altímetro láser, la recepción de las señales que se han de recibir de las diferentes radioayudas, la inexistencia de ruido en dichas señales y, sobre todo, que los procedimientos de inspección en vuelo se desarrollaban de forma total y continua. Para hacernos una idea de la complejidad del proceso, el número de vuelos de pruebas y ajustes para la primera aeronave fue de cuarenta y tres, siendo para la segunda de cuarenta.

Especialmente interesante fueron los vuelos desarrollados para conocer la filosofía del MLS (Microwaves Landing System) y los procedimientos para su certificación. Este programa surgió al final del proyecto básico a requerimiento de la DGAC (Dirección General de Aviación Civil), entrando en el presupuesto de esta autoridad, por ser una necesidad propia de ella encaminada a certificar el primer MLS instalado en el aeropuerto de Salamanca. En este programa se trabajó, hasta el final, con la FAA, que también estaba desarrollando sus procedimientos de certificación de este tipo de ayuda.

REGISTRO DE INFORMES DE VUELO Y MANTENIMIENTO DE AERONAVE										FECHA	
INFORME DE VUELO DE AERONAVE										26-9-1990	
ORGANIZACIÓN		EMPLAZAMIENTO		TIPO, MODELO Y SERIE DE AERONAVE		NÚMERO DE SERIE DE AERONAVE		MOTORISTA O MECÁNICO A CARGO		GRADUACIÓN	
45 G. FFAA - BARAJAS - MADRID		LTV - SIERRA - BUFFALO		FALCON 20-222		45-03					
EN LETRAS CLARAS DE IMPRENTA Nombres y dos apellidos - Gradación - País de servicio (Organización y subsecuencial si es necesario)											
Misión y tipo de vuelo (Organización y subsecuencial si es necesario)											
DATOS DE VUELO											
TIEMPO											
A/B/C/D/E/F/G/H/I											
URI BARRI SAF DAN DREW LTV STEEVE BARTF II GARY HANES II DELPON SAF SANZ II											
28º VUELO CAMERA TEST 29º VUELO NIGHT CAMERA TEST WITHOUT STEEVE BARTF II											
BUFFALO 15:15 DE BUFFALO 16:30 DE BUFFALO 1:45 DE BUFFALO 21:10 DE BUFFALO 20:10 DE BUFFALO 1:00											
SUMA Y SIGUE											
2:05											

Informe de vuelo de pruebas de la cámara y vuelos nocturnos

Como información general y para finalizar estos comentarios sobre el tipo de vuelos y trabajos, diremos que en Wichita, se realizaron algunos vuelos para certificar la aeronave por la FAA y conseguir la habilitación para efectuar vuelos de traslado y de pruebas del sistema en el espacio aéreo de los EE.UU. Los lugares donde se efectuaron pruebas del sistema SIERRA fueron los aeropuertos de Wichita (Kansas), Buffalo (NY), Niagara Falls (NY) y Atlantic City (NY), junto con técnicos de la FAA como colaboración en los nuevos procedimientos de inspección del MLS (Microwaves Landing System), tipo de ayuda que iniciaba su proceso de vida útil para el tráfico aéreo.

Instalación de la consola SIERRA de inspección en vuelo en los Falcon 20 del EA

En la cadena de montaje de sistemas de inspección en vuelo SIERRA, los cuatro primeros sistemas fueron para la US Air Force, que fueron instalados en aeronaves C-29 Aerospace. Estos equipos eran diferentes a los españoles, ya que no estaban diseñados con sistema de referencia (escáner+altímetro láser) autónomo. A continuación se fabricaron tres equipos con «escáner y altímetro láser» para España, eran los primeros sistemas de filosofía totalmente de posicionamiento autónomo. Los cuatro siguientes serían para Japón.

El tiempo transcurrido en las instalaciones de SIERRA, se ocupó en instalar las consolas en las aeronaves, integrarlas en las mismas con el sistema AFIS, efectuar las pruebas y ajustes necesarios para conseguir finalmente una certificación de la FAA, es decir, la completa operatividad del sistema.

Durante todo el programa, el Ejército del Aire destacó a EE.UU. a personal de ingeniería para realizar diferentes controles de calidad, y pilotos de prueba que estuvieron integrados tanto en la configuración técnica del sistema en tierra y en vuelo, como en la operación del mismo. El equipo de pilotos también realizó la evaluación de la aeronavegabilidad de las aeronaves con las modificaciones incorporadas.

La capacidad de inspeccionar ayudas era total en su momento, ya que se podían evaluar las convencionales VOR, NDB, TACAN, DF, ILS, incluyendo el ILS CAT III, y las de nuevo desarrollo en su momento como el MLS. La utilización del GPS como ayuda a la navegación no estaba autorizada en ese momento y era un proyecto en ciernes, pero sí se utilizó la información GPS como sistema de referencia mediante técnicas de multilateración, sustituyendo a la filosofía inicial de utilizar la información DME.

Las pruebas se realizaron en circunstancias de todo tiempo, siendo el comportamiento de la nueva tecnología verdaderamente asombroso. Se mejoraron muchísimo los procedimientos de trabajo y los resultados cuando se cambió de la multilateración por DME, a la información de multilateración por GPS. Todo esto a pesar de que en aquellos años la información de los satélites de posicionamiento no eran lo suficientemente precisa, ya que se mantenía una información exclusiva militar, que limitaba el uso civil.

Inicio de la operación del sistema AFIS en España.

A finales de 1991, empezaron a regresar las aeronaves a España con la consola instalada, y para trabajar a pleno rendimiento en la inspección en vuelo del SNA. Una vez en España, al utilizar inicialmente un nuevo formato para la inspección en vuelo, con un sistema de referencia autónomo totalmente nuevo, se vieron afectadas las propias coordenadas a utilizar por el sistema, es decir, las ED50 o las WGS 84, así como la base de datos de los aeropuertos que necesitaban más exactitud en las cotas.

En 1991, no eran de utilización común las coordenadas WGS 84 y, como se indicó al comienzo de este artículo, era necesario utilizar las ED50 con la conversión de las constantes Molodensky. Si no se utilizaba esta técnica, el sistema AFIS-8711 no servía para nada. A su vez, la exactitud del sistema era tal que surgieron los primeros problemas con las cotas y coordenadas en aeropuertos y en todo el sistema de navegación aérea. Por ello, AENA inició el programa para el cálculo e introducción del uso de las WGS 84 y fue un éxito para el AFIS. Con este algoritmo desapareció la conversión mediante las constantes nombradas y se ganó en el tiempo de obtención de resultados.

No obstante, surgió un problema de adaptación que fue desapareciendo poco a poco. Se daban como inutilizables muchas ayudas debido a la precisión, tanto de la base de datos como del cálculo de la posición en el espacio de la aeronave de inspección en vuelo. Al dar tan frecuentemente la clasificación de «inutilizable» a las ayudas bajo inspección, primero apareció una preocupación por semejante plaga de «inutilizables». Poco a poco y con un trabajo paciente y de gran colaboración de todos los técnicos a bordo y en tierra, se llegó al conocimiento de que, debido a la precisión de la nueva tecnología tanto en el aire como en tierra, las ayudas se ajustaban de forma más precisa y con tolerancias más seguras, dándonos la tranquilidad de que el sistema AFIS funcionaba a la perfección. Nos cambió a todos los procedimientos de trabajo.



LTV Missiles and Electronics Group
Sierra Research Division

September/October 1988

PRODUCTION OF U.S. AIR FORCE C-29A AIRCRAFT UNDERWAY AT BRITISH AEROSPACE



The new C-29A is shown under construction at British Aerospace's facility at Chester, England.

Production of the U.S. Air Force's new C-29A transports to be used for the Combat Flight Inspection mission is underway at British Aerospace's facility at Chester, England.

Sierra is the prime contractor for the \$70 million flight inspection system contract awarded by the Air Force in March. British Aerospace is a subcontractor to Sierra on the program.

The C-29A is a military version of the British Aerospace twin-engine BAe 125-800 corporate jet aircraft.

Under terms of the contract, Sierra is manufacturing and will integrate computerized flight inspection consoles in six BAe 125-800 aircraft. Work on these systems is underway at Sierra's Plant 3.

Three aircraft are presently under construction, with the first flight of the initial aircraft scheduled for January 1989 at

Chester. Delivery to Sierra is slated for April 1989.

Remaining aircraft are scheduled for delivery to Sierra in two-month increments.

Sierra is the world leader in airborne flight inspection systems. Our systems—ranging from semi-automatic to fully automatic—are presently in use by civil and military organizations in 43 countries on six continents.

Artículo publicado en revista Missiles and Electronics Group, de la Compañía LTV - SIERRA RESEARCH

Realmente, era una satisfacción trabajar con esa tecnología y con un registro gráfico de resultados que era la admiración de los técnicos de todos los países con los que cambiamos impresiones o trabajamos, debido a la cantidad de datos registrados en un orden perfecto para cualquier análisis e interpretación por parte de técnicos ajenos a la inspección en vuelo; por ejemplo, cualquier comisión de accidentes, jueces o empresas responsables de instalaciones en tierra.

Así pues, se creó la necesidad de incrementar la exactitud de las bases de datos de las ayudas a la navegación y aeropuertos e iniciar el cambio de las coordenadas ED50 a las WGS 84, como proceso de adecuación en España. Esta adaptación fue un paso muy importante, decisivo y de otra inversión económica de cierta importancia. Tanto es así, que se adelantó la implantación de las coordenadas basadas en GPS, sustituyendo a las tradicionales ED50, teniéndose que desarrollar un plan que confeccionase los nuevos mapas con coordenadas WGS 84. Fue AENA la que intervino e inició el programa de adquisición de las coordenadas GPS en España, para adaptarse a lo que sería ya una utilización imparable hacia el futuro de esta tecnología.

Esto se hizo de acuerdo con el 45 Grupo de FF.AA., ya que era imprescindible para la forma de trabajar con el AFIS y la precisión de los resultados. El programa afectó a todas las cotas aeronáuticas, en general, y por tanto también a las publicaciones. Fue necesario dar las cotas de las pistas de vuelo al centímetro y las coordenadas con tres decimales en los segundos. El gran avance en la incorporación del nuevo programa de cotas y coordenadas fue la simplificación del software utilizado al cancelar el uso de las constantes Molodensky, el aumentó de la precisión de los resultados en la inspección en vuelo de las radioayudas y la fiabilidad de la señal recibida por los usuarios del espacio aéreo y, por tanto, la seguridad.



Consola SIERRA-8711- AFIS

Dichas «constantes» eran valores incluidos en el *software* del AFIS-8711, cuyo cometido era hacer compatibles el uso de las coordenadas ED50 con las WGS 84, de tal forma que existía un mapa similar a uno isobárico de meteorología, cuyas líneas «isobaras» indicaban el lugar geométrico de un valor determinado de una constante Molodensky, sobre parte de Europa y sobre todo España, quedando distribuidas en forma de «mapa» como unas «normales isobaras».

Es justo decir que existía un gran error en los cálculos y resultados del vuelo de inspección en las Islas Canarias, ya que de por sí había una cierta degradación de la exactitud por el método de cálculo trasladado de la Península al archipiélago que, sin ser llamativo, se incrementó considerablemente con la conversión a WGS 84. En cualquier caso, la utilización de las constantes nombradas fue por un periodo muy corto, ya que se cancelaron cuando las WGS 84 fueron una realidad.

Reconocimiento del sistema AFIS por la OACI.

En el año 1996, se formó el grupo de trabajo TRNSG (Testing of Radio Nav aids Study Group) de OACI, cuyo cometido era actualizar la edición de 1972 del DOC 8071 de la OACI de título *Manual sobre ensayo de radioayudas para la navegación*, consiguiendo realizar una nueva edición que se publicó en el año 2000. A este grupo de trabajo fue asignado el comandante (CIEA) José Luis Delpón Ramos, como miembro estable, representando a España junto con representantes de Alemania, Australia, Reino Unido, EE.UU., Canadá,

Noruega y Francia. Estos fueron los países elegidos para efectuar la revisión del documento citado y al que se unió un representante de Japón como país observador.

En las diferentes reuniones durante esos años y en los documentos de trabajo (Working Papers) utilizados, el representante de España presentó el nuevo sistema AFIS para que fuera aceptado oficialmente en el documento, y que se pudiese incluir como referencia para los procedimientos de inspección en vuelo y en los parámetros de navegación que proporcionan las ayudas. Por entonces, la filosofía del AFIS era totalmente desconocida como concepto y no existían resultados estadísticos conocidos por las diferentes agencias de inspección en vuelo a nivel mundial.

Como fruto de las explicaciones y los datos presentados por el representante de España sobre el AFIS, al grupo de trabajo TRNSG y entendiendo que era el futuro de la inspección en vuelo, se admitió como nueva generación de los sistemas de referencia y fue aceptado en la edición definitiva del documento en el año 2000 para ser utilizado a nivel mundial con el beneplácito de la OACI. Así mismo, se introdujo en el DOC 8071 el concepto de vuelo nocturno de inspección con AFIS a propuesta de España. En los años sucesivos, la industria mundial dedicada a la fabricación de sistemas para este fin incorporó en ellos la filosofía AFIS adaptada para Windows.

El representante de España en el Consejo de la OACI, D. Luis Adrover Dávila, fue conocedor del esfuerzo que supuso este reconocimiento del sistema AFIS por la OACI y, en carta

fecha en Montreal, 11 de marzo de 1999, dirigida al general 2.º jefe del Estado Mayor del EA, entre otros asuntos, hace constar que «...el comandante José Luis Delpón Ramos, destinado en el 45 Grupo de FFAA (Base Aérea de Torrejón), es el miembro nominado por España en dicho Grupo. La participación de España en este Grupo, se debe a la reconocida experiencia en la experimentación con radioayudas del 45 Grupo y al buen hacer de los comandantes Delpón Ramos y Pérez de Uribarri en las reuniones a las que asistieron por parte del Ejército del Aire, al discutirse los Futuros Sistemas de Navegación Aérea (FANS) [...] le hago llegar el reconocimiento, por parte de la OACI, de la alta preparación del personal del 45 Grupo de FFAA, ...».

Igualmente, con la experiencia del AFIS, el representante español participó en otros Grupos de trabajo, encontrándose entre ellos principalmente el IMTEG (ILS-MLS Transition Experts Group), en el que se estudiaba la transición de la radioayuda para el aterrizaje ILS, al nuevo sistema por microondas con la misma función MLS (Microwaves Landing System). En este Grupo de Trabajo participaba también un representante de la DGAC (Dirección General de Aviación civil) española.

INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION
AIR NAVIGATION BUREAU (ANB)
1000 SHERBROOKE STREET WEST, SUITE 400
MONTREAL, QUEBEC
CANADA H3A 2R2

ANB FAX NO.: (514) 285-6759
ICAO FAX NO.: (514) 288-4772

103-95
and

SENDER: V. Iatsouk, TO/COM DATE: 24 July 1995
TELEPHONE: (514) 285-6768 NO. OF PAGES: 1
FILE REF: AN 7/13.3 PRIORITY: URGENT

TO: Members, Testing of Radio Nav aids Study Group (TRNSG)

Messrs.: J. Bollard, Australia FAX NO.: 6162685704
B. Wilkins, Canada 6139909655
G. Barbara, France 64714381
L. Gerber, Germany 2283003428
L. Faruseth, Norway 47229422390
J.L. Delpón, Spain 3416777353
R. Jeans, United Kingdom 441718325986
G. Joyner, United States 2022877111

CC: AVM. H.M. Shahul, Operations, 4632990
National Airports Authority, India

FROM: Secretary, TRNSG

SUBJECT: First meeting of the TRNSG

Composición del grupo de trabajo para actualizar el DOC 8071 de OACI, Edición 2000

Siguiendo con la experiencia obtenida en la colaborando con la oficina de la FAA en Atlantic City (NJ-EE.UU.), durante la certificación del AFIS para la ayuda MLS, los procedimientos en España se confeccionaban con vuelos de prueba que se realizaban en el Aeropuerto de Salamanca. En este aeropuerto la empresa ENA-Telecomunicaciones de España, en la actualidad desaparecida, instaló un único MLS con la idea de realizar estudios de mantenimiento, certificación y operación con este emergente sistema.

Concretamente, el procedimiento certificador se realizó conjuntamente entre personal de AENA, la empresa citada y el 45 Grupo de FFAA, aportando este la nueva tecnología inspectora, en ese momento única en el mundo. Cuando el programa estaba en el 90% de su finalización, los responsables de AENA decidieron cancelarlo de forma un tanto precipitada. El perjuicio causado que se puede intuir, afectó tanto a la empresa como a la Oficina Inspectora que, después del gasto efectuado por la DGAC, este sistema pionero en el mundo quedaba cancelado para el MLS.

Aquellos años eran muy fructíferos, ya que era una época de cambios en la tecnología emergente y España estaba presente de forma activa, en un número importante de grupos o jornadas de trabajo. Por entonces se daban los GLOBAL NAV-COM, inicio de los IFIS (International Flight Inspection Symposium), presentación de la tecnología militar GPS con ofrecimiento a uso civil, el TRNSG (Testing Radio Nav aids Study Group) dedicado a la nueva edición (año 2000) del DOC 8071, temas específicos en OACI-Montreal y otros de menor importancia.

Pasan los años y el sistema SIERRA-8711-AFIS se queda obsoleto al no ser posible incorporarle el uso de la filosofía Windows, tanto en el tratamiento como en la presentación. En la actualidad, España tiene un nuevo sistema de inspección en vuelo, esta vez noruego y denominado UNIFIS-3000, el cual ha sido integrado en una aeronave Cessna C172 del EA. El futuro escribirá la continuación, en la historia de la Calibración de Radioayudas, de este artículo.

ACRÓNIMOS

ACS	Alternate Capability System
ADADS	Automatic Data Acquisition and Display System (sistema de adquisición y presentación de datos automáticos)
AENA	Aeropuertos españoles y navegación aérea
AFIS	Autonomous Flight Inspection System
CAT	Category
DF	Directional Finding
DGAC	Dirección General de Aviación Civil
DME	Distance Measurement Equipment
DOC	Documento
EA	Ejército del Aire
ED	European Datum
EFIS	Electronic Flight Instrument System
FAA	Federal Aviation Agency
FF.AA.	Fuerzas Aéreas
GBAS	Ground Basic Augmentation System
GPS	Global Position System
GS	Glide Slope
IFIS	International Flight Inspection Symposium
ILS	Instrument Landing System
IMTEG	ILS – MLS Transition Experts Group
MLS	Microwaves Landing System
NDB	Non Directional Beacon
NJ	New Jersey
OACI	Organización de Aviación Civil Internacional
RNAV	Range Navigation
SCATI	Satellite Category I
SNA	Sistema de navegación aérea
S.V.	Servicio de vuelo
TACAN	Tactical Air Navigation
TRNSG	Testing Radio Nav aids Study Group
VNAV	Vertical Navigation
VOR	Very Omnidirectional Range
WAAS	Wide Area Augmentation System
WGS	World Geodetic System