

Dos errores

ANTONIO GONZALEZ BETES
Coronel Ingeniero Aeronáutico

INTRODUCCION

UN Boeing 767 se quedó sin combustible a 41.000 pies de altitud cuando volaba el trayecto Ottawa-Edmonton (Canadá) el día 23 de julio de 1983. Increíblemente el avión efectuó un vuelo planeado y aterrizó sin consecuencias funestas.

En las primeras horas de la noche del 1 de septiembre de 1983 un avión 747 de la compañía Surcoreana (KAL) navegaba cerca de la isla de Moneron al norte de Japón cuando fue derribado por un misil aire-aire disparado por un caza soviético. Murieron 269 personas.

Ambos sucesos son singulares y creemos que pueden sacarse consecuencias operativas y técnicas.

Analizemos en primer lugar el caso del Boeing 767, que se quedó sin combustible en pleno vuelo.

UN 767 EN FORZADO PLANEADO

El Boeing 767 es un bi-reactor de la nueva generación de aviones comerciales. Refleja la experiencia adquirida por más de 100 millones de horas de vuelo de unos 4.000 transportes civiles de pasajeros.

El funcionamiento y operación de 767 se basa en la aviónica, la electrónica aplicada a la aviación (1). Es un avión prácticamente informatizado con unos programas de gestión

(1) A.G. Betes, "Aviónica, la tercera industria aeronáutica", RAA 1971.

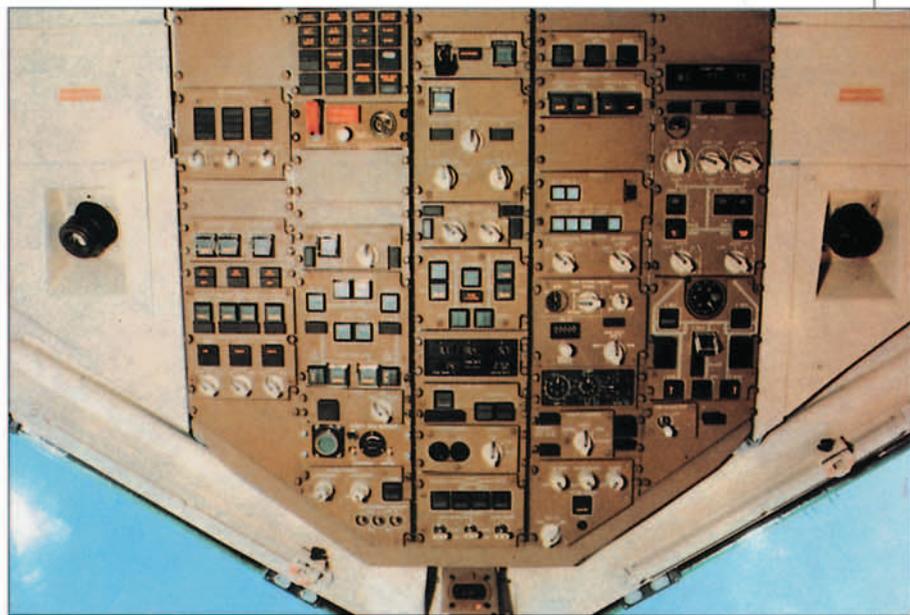


Figura 1. Tableros de instrumentos frontal y superior del avión 767

y vuelo muy avanzados. Los pilotos veteranos se van adaptando a este tipo de aviones de gran contenido electrónico e informatizados. La verdad es que no se sienten muy a gusto y comentan la falta de "mando" aunque reconocen que les quita trabajo.

La cabina del 767 aparece en la figura 1 "Tableros de instrumentos frontal y superior del avión 767". En ella se pueden distinguir 6 grandes indicadores electrónicos, dos ADI (2), dos HSI (3) y dos EICAS (4).

está contenido en tres grandes depósitos, dos en las alas y uno en el fuselaje. Cada depósito lleva dos bombas para impulsar el combustible a los motores y una serie de tuberías que conectan los depósitos -entre sí para la alimentación cruzada- y conducirlo a los motores.

Los sensores captan el nivel de cada depósito y su temperatura y sus valores son enviados como señales codificadas al computador o procesador de combustible. Este que tiene

Montreal (Canadá) el Boeing 767, número de serie 604, matrícula C-GAUN de la compañía aérea Air Canadá que procedía de Edmonton. Llevaba pocos meses de servicio. Había costado 40 millones de dólares. Podía transportar 174 pasajeros a 41.000 pies de altitud a una velocidad indicada de 480 nudos aproximadamente. Solo llevaba dos pilotos.

Al llegar a rampa la tripulación informó de fallos en el sistema indicador de combustible. Lo comentaron

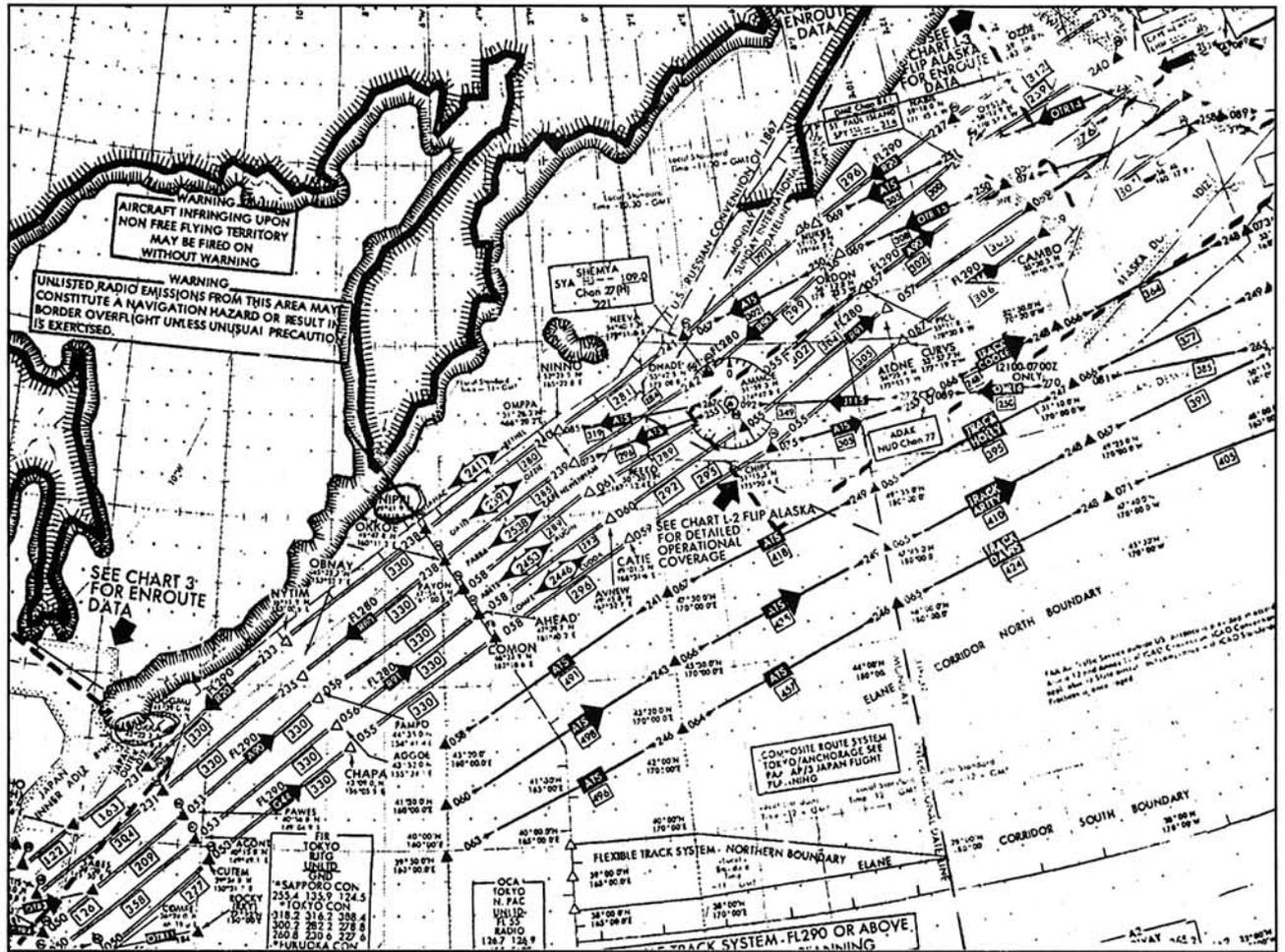


Figura 2. Aerovías entre Alaska y Japón.

Para el objeto de este análisis nos interesan principalmente los EICAS y los indicadores de combustible -aforadores- que se encuentran en el panel superior (véase la figura 1).

El combustible para los motores

- (2) Attitude Director Indicator.
- (3) Horizontal Situation Indicator.
- (4) Engine Indication and Crew Alerting System.

dos canales idénticos -el 1 y el 2- envía las señales procesadas a los indicadores de la cabina de pilotos.

Aparte existe un panel de combustible cuyo objeto es facilitar el abastecimiento.

Una vez descritos estos necesarios antecedentes técnicos veamos el incidente que nos ocupa.

El 23 de julio de 1983 aterrizó en

con la tripulación entrante.

En Edmonton habían aparecido las anomalías. El mecánico de tierra, comprobó el funcionamiento del procesador y averiguó que el segundo canal del mismo estaba defectuoso. Lo desconectó sacando el interruptor automático (CB) y lo marcó con cinta indicadora de avería.

El sistema indicador puede funcio-

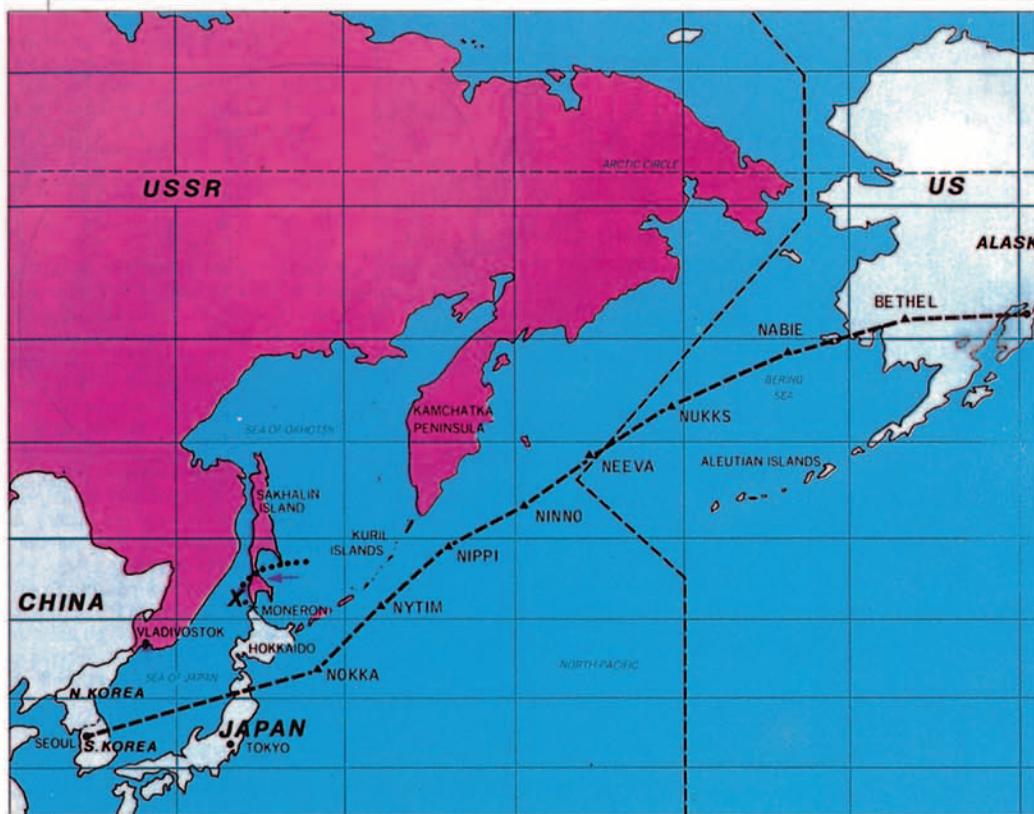


Figura 3. Puntos de notificación

CUADRO 1

El sistema de navegación inercial (NS), está fundado en la medida de las aceleraciones propias de un vehículo según los ejes de un triedro de referencia. Los procesadores del sistema calculan por integración las velocidades según los ejes mencionados y en una segunda integración la posición en el espacio.

La única referencia exterior que se utiliza son los valores de la aceleración del campo gravitatorio terrestre, ya que si éste fuese desconocido el sistema no puede distinguir entre aceleraciones propias y exteriores.

El 747 llevaba instalados tres equipos INS fabricados por Litton, modelo LTN-72R que proporcionaban:

- 1.- Posición geográfica del avión.
- 2.- Velocidad propia.
- 3.- Distancia recorrida.
- 4.- Actitud.
- 5.- Deriva (viento).

El uso del INS es extraordinariamente sencillo si se siguen las instrucciones del fabricante y se vigila el comportamiento del mismo. Una tarea esencial es lograr una alineación correcta de la plataforma donde van los acelerómetros para conseguir la orientación adecuada y su verticalidad. La alineación es tarea de los tres giróscopos que necesitan estabilizarse durante un tiempo determinado para orientar y nivelar la plataforma.

La alineación correcta da lugar al siguiente paso que es introducir las coordenadas geográficas correspondientes a los segmentos en que se divide la ruta a seguir. Se pueden introducir hasta 9 puntos intermedios.

La recomendación es que cada tripulante introduzca las coordenadas independientemente para evitar errores. Si los datos introducidos por uno de los tripulantes tuviesen algún error el equipo lo detecta.

El INS está diseñado para proporcionar la posición del avión con un error que no exceda de 2 millas náuticas por hora en el 95% del tiempo en un vuelo de una duración de 10 horas. La desviación lateral total no será superior a 20 millas náuticas.

El INS desde su introducción en la aviación comercial había demostrado una extraordinaria fiabilidad y esto condujo en algunos casos a confiar demasiado en el equipo por lo que se produjeron algunas situaciones provocadas por errores de manejo que fueron felizmente detectadas a tiempo por comprobaciones con otros equipos de navegación.

nar con solo un canal y el avión puede volar con esta deficiencia.

En Montreal el mecánico Quillet, volvió a comprobar el avión para tratar de reparar la avería. Observó que los indicadores funcionaban así como el primer canal del procesador. En la cabina conectó el CB -del segundo canal- quitando la cinta. Los indicadores quedaron en blanco. En ese momento le distrajerón y se olvidó de dejar inactivo el CB -que había conectado- con lo cual dejó fuera de servicio el procesador de combustible.

Los pilotos en las comprobaciones previas al vuelo encontraron los indicadores inactivos pero creyeron que esa era la avería que le habían comentado sus colegas. El comandante ordenó una comprobación manual de la carga de combustible que había. Este era el primer avión, llamémosle METRICO, que utilizaba litros y kilogramos. Hasta entonces Canadá usaba el sistema anglosajón.

La preceptiva medida fue llevada a cabo y se encontró que los depósitos contenía 7.682 litros. El peso de combustible necesario para el vuelo Montreal-Edmonton con escala en Ottawa era de 22.300 kgs., por lo tanto había que transformar los litros medidos en kilogramos, restarlos del total para el vuelo (22.300 kgs.) y el resultado expresarlo en litros, pues la cisterna de carga tenía su aforador graduado en litros. El operario de la cisterna quería saber solo cuantos litros había que suministrar.

Aquí empezaron las dificultades pues todos los que intervinieron utilizaron el factor de conversión 1,77 - que transforma litros en libras y no en kilogramos (5).

En resumen, el aeroplano despegó

(5) En el sistema métrico la densidad del combustible se expresa en kilogramos/litro y vale 0,8 para el keroseno A. Por tanto los litros a cargar hubiesen sido 20.193 y no 10.878.

con la mitad aproximadamente de la carga de combustible necesaria, pero sin embargo en el Sistema de Gestión de Vuelo (FMS) se introdujo el valor 22.300 kgs. que naturalmente funcionó a base de ese dato de entrada.

válido el avión para el servicio.

El vuelo 143 estaba sentenciado. El avión partió sin problemas con un despegue más bien rápido por el menor peso de combustible. En Ottawa el comandante Pearson ordenó otra

comprobación manual y se utilizó el mismo factor de conversión, el 1,77. Todo siguió igual.

Cuando el avión se encontraba a 128 millas de Winnipeg sonaron y se iluminaron las alarmas indicando fallos de las bombas de combustible. Poco después se pararon los motores. El EICAS funcionó y alertó a la tripulación, que perpleja comprobó que el FMS indicaba combustible de sobra (6). La innegable realidad es que los pilotos Pearson y Quintal se encontraron volando de pronto un costoso planeador. Pearson, dijo a su segundo que declarase emergencia al ATC y preparasen pista libre en Winnipeg.

Se bajó la RAT (Turbina movida por el aire) que proporcionó el servicio esencial.

Pearson había pilotado planeadores en sus ratos libres y ajustó con solo anemómetro y altímetro su ángulo de planeo que creía óptimo (7). Esta vez la electrónica le había dejado por completo el mando.

Los cálculos demostraron que no alcanzaría Winnipeg. Pidieron campo alternativo y les indicaron una vieja base aérea abandonada que se utilizaba para "camping", aeroclub y autodromo: GIMLI. Quedaba decidido,

había una posibilidad de alcanzar Gimli y no dudaron. Todo el mundo fue alertado en lo posible.

A 10 millas del aeródromo sacaron el tren y ajustaron los "flaps". En la aproximación se dio cuenta Pearson que iba largo e hizo una maniobra que no es usual en el pilotaje de un birreactor comercial: efectuó un resbale.

Al copiloto se le pusieron los pelos de punta pero comprendió que no había otra solución y respiró fuerte cuando en una magistral recuperación el piloto niveló y pasó rozando el comienzo de la pista.

Solo hubo sustos, algunas contusiones en los pasajeros y el avión averiado, al plegarse la rueda delantera. Polvo y crujidos.

Hasta aquí la descripción del suceso en el que se mezclan una súbita parada de motores con una magistral maniobra.

El primer diagnóstico es que hubo graves errores. Estos fueron discutidos, analizados y se llenaron cientos de páginas de opiniones. El resultado final fue este: el incidente no fue falta de los pilotos o de los mecánicos aunque se citaron varias deficiencias en los procedimientos operativos de la compañía (8).

El 767 se sacó en vuelo de Gimli, fue reparado y sigue en servicio.

Los pilotos recibieron felicitaciones y entre los honores un Certificado de Mérito de la Asociación de Pilotos Canadienses de Líneas aéreas y la distinción de excelentes aviadores de la FAI.

Después de describir y analizar este singular y "métrico" incidente pasemos al segundo y trágico suceso que conmovió al mundo entero.

UN 747 PERDIDO EN LA NOCHE

El derribo del avión 747 surcoreano por un caza soviético ha producido desde 1983 tal cantidad de información que es fácil perderse en tantas opiniones, tesis e hipótesis. La última información ha aparecido en Francia (9). Sostiene la tesis que además del 747 fueron derribados otros

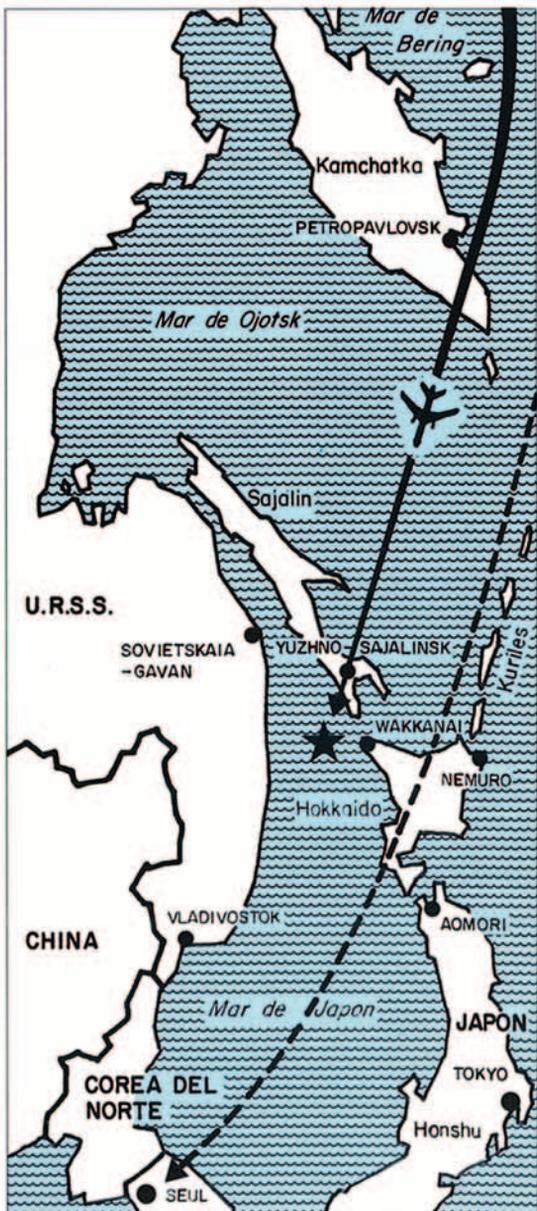


Figura 4. Ruta normal y trayectoria real

El comandante comprobó los cálculos y como le pareció bien el factor 1,77 dio por válida la operación. También comprobó la "MEL" o Lista de Equipo Mínimo preceptivo para que se pueda despegar.

La norma de la compañía, entendía él, que era de la responsabilidad de mantenimiento y este había dado por

(6) El dato de entrada en el FMS fue de 22.300 kgs. y con ese dato trabajó el procesador de gestión del vuelo, naturalmente indicaba en el momento de pararse los motores combustible de sobra.

(7) Entre los instrumentos de reserva no se encontraba el variómetro, principal indicador en los planeadores.

(8) William y Marilyn Hoffer. "Freefall". N.Y. 1989.

(9) "Le Monde", 1 de marzo de 1990.

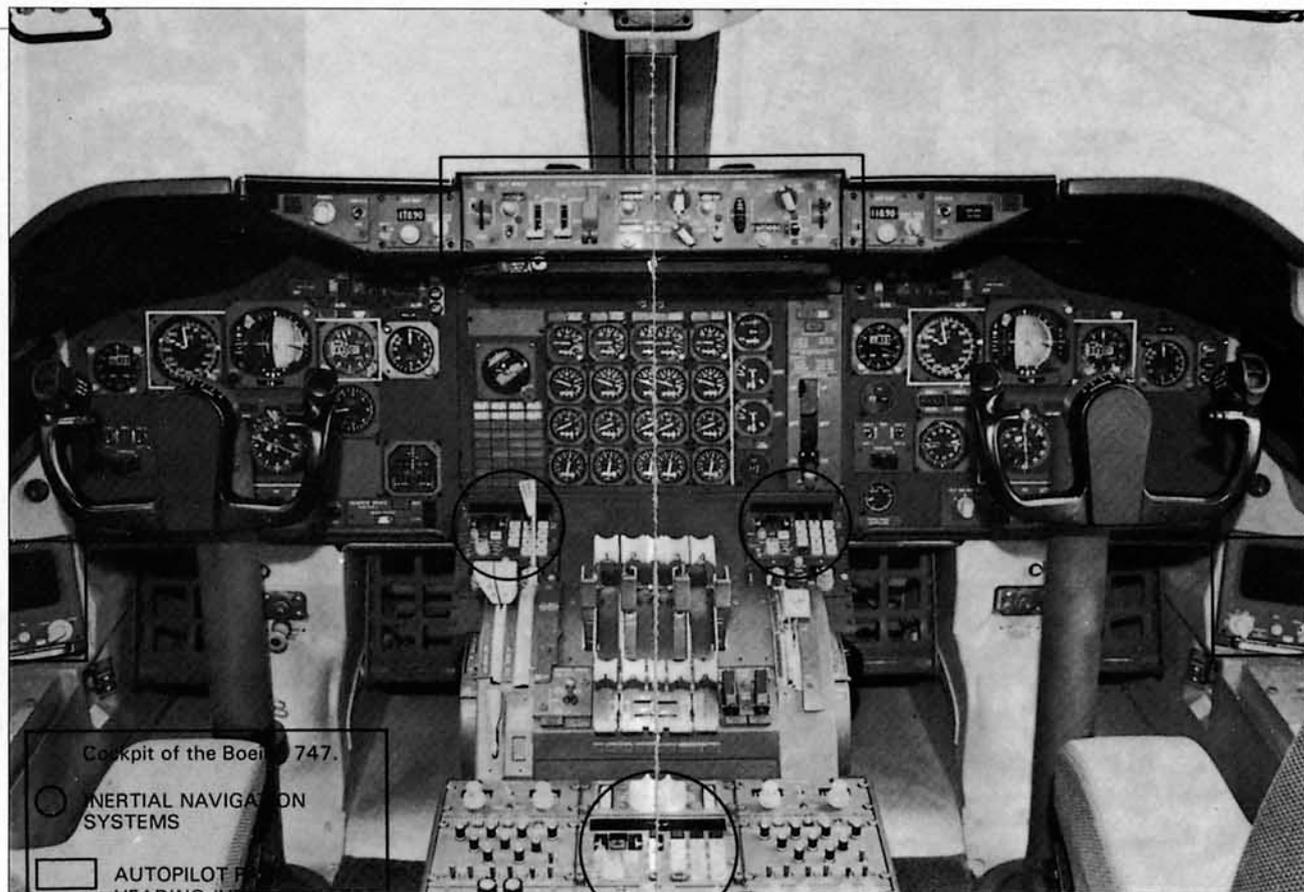


Figura 5. Cabina del 747.

aviones militares norteamericanos que realizaban actividades de escucha electrónica (10). También se afirma que el 747 cayó en un punto a 500 kilómetros del informado.

Lo que interesa aquí es que el avión comercial 747 fue derribado por la caza soviética y analizar las causas que situaron la aeronave sobre territorio prohibido a la navegación aérea.

Veamos la descripción del suceso:

El 31 de agosto de 1983, el avión 747, cubría el vuelo KAL 007 de Anchorage (Alaska) a Seúl (Corea del Sur). Había llegado de Nueva York. Hubo cambio de tripulaciones y fue cargado de combustible. Era un vuelo rutinario (11).

El plan de vuelo comprendía la uti-

lización de la aerovía R-20 (Consultar la figura 2 "Aerovías entre Alaska y Japón") que forma parte de la red NOPAC, que estaba en servicio desde marzo de 1982. Esta red comprendía 5 aerovías espaciadas 50 millas entre sí. Se utilizaban para el espacio aéreo superior. Las separaciones verticales eran de 1.000 pies (12).

Es necesario poner de manifiesto que la R-20 era la más cercana a uno de los FIR soviéticos pues solo la separaban 17 millas náuticas (consúltese la figura 3 "Punto de notificación") (13).

El 747 pasó por "Bethel" con una desviación de 12 millas náuticas, iba subiendo hacia el nivel 330 y su rumbo era de 246 grados. La luz ámbar

del INS se iluminó indicando el paso y este fue comunicado al ATC (14).

A las dos horas de vuelo el KAL 007 se encontraba a 100 millas de la R-20 y bajo vigilancia radar de los rusos (consúltese la figura 4 "Ruta normal y trayectoria real"). Eran las 14:32 GMT (15). El KAL 015 que seguía al KAL 007 -separado 20 minutos en longitud- sirvió de relé para el ATC de Anchorage. Esto hubiese constituido el primer aviso para la tripulación del 007 al no poder comunicar por encontrarse fuera del alcance VHF.

Los puntos NEEVA y NIPPI fueron notificados a las 15:58 y a las 17:07 GMT respectivamente. A las 17:08 salió el 007 del espacio aéreo

(10) A.G. Betes "Guerra Técnica Electrónica" RAA 1975.

A.G. Betes "Operaciones de Apoyo Electrónico". Idem 1976.

A.G. Betes "Breve Historia de la Guerra Electrónica". Idem 1977.

(11) El avión 747 del vuelo Kal 007, fue construido para la Lufthansa en 1972, modelo 747-320B, número 20559. Poseía certificado de navegabilidad válido hasta el 14 de junio de 1984. Su matrícula era HL-744-2.

(12) El sistema de aerovías era parecido al del Atlántico Norte (NAT), con algunas deficiencias notables, entre ellas, la falta de buenos manuales de operación, la conformidad de la ICAO y la homologación de las ayudas a la navegación de a bordo. Se puede consultar A.G. Betes "Navegación Aérea en el Atlántico Norte". Ing. Aeronáutica y Astronáutica. Julio-agosto 1967 y enero-febrero de 1968.

(13) Dato del radar militar, no certificado para uso civil.

(14) El VOR de Anchorage figuraba en un Notam, fuera de servicio (15). Informaciones de diversas fuentes.

Esta comunicación se hizo en HF y curiosamente no alertó a la tripulación que creía tener mal los tres equipos de comunicaciones en VHF.

(15) Informaciones de diversas fuentes. Esta comunicación se hizo en HF y curiosamente no alertó a la tripulación que creía tener mal los tres equipos de comunicaciones en VHF.

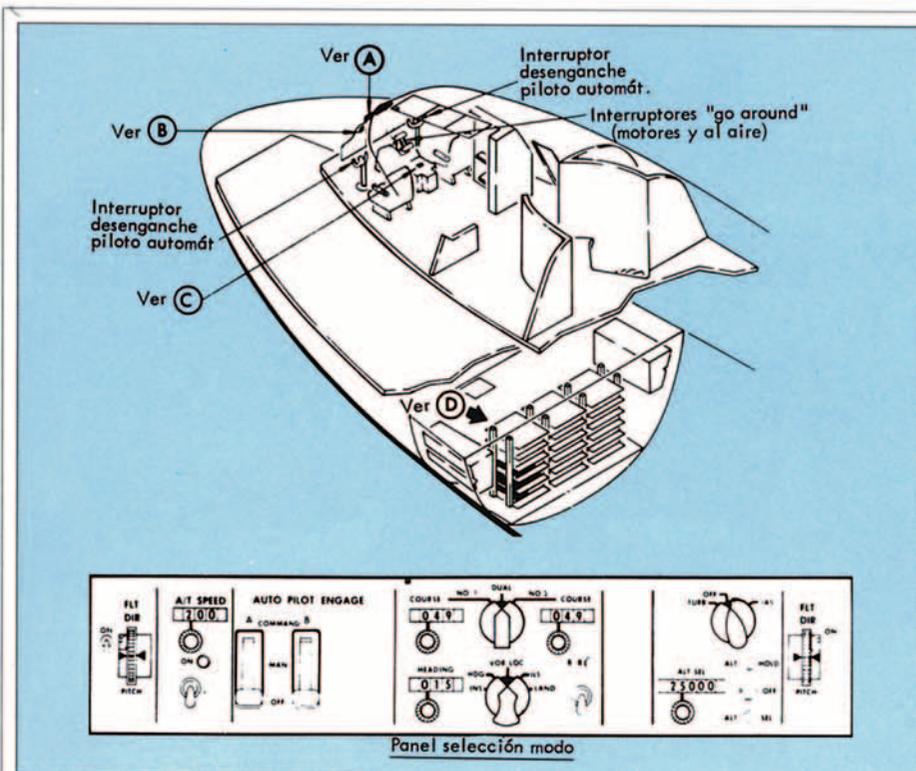


Figura 6. Panel de selección de modo

soviético sin haber podido ser interceptado a pesar de los esfuerzos de la caza soviética.

A las 18:13 uno de los tres cazas soviéticos SU-15 que formaba la segunda tanda de interceptadores tiene contacto radar con el 007 que penetra de nuevo en territorio prohibido a las 18:06.

A las 18:20 el 007 pide autorización al ATC japonés para cambiar su altitud del nivel 330 al 350. Esta maniobra normal para disminuir el consumo es observada por el caza soviético que la considera extraña. Había agotado todos los medios de aviso al 007 (16).

El final está cercano y más cuando los rusos no se habían preocupado al parecer de identificar visualmente al 007 ya que creían era un avión espía norteamericano.

A las 18:27 el 007 comunica descompresión -la comunicación duró 18 segundos- debida al impacto de los misiles soviéticos disparados por

el SU-15. Unos minutos más tarde el 007 chocó con el mar. Estaba a 311 millas náuticas desviado de la ruta y al norte de ella. ¿Qué pasó?

El informe de la OACI, varios libros publicados y opiniones de profesionales conducen a una explicación que admitimos como la más probable: la tripulación cometió errores de manejo de los equipos de a bordo, principalmente el sistema inercial (INS) y el de vuelo automático (AP).

La explicación se funda en los siguientes extremos:

1.- Los puntos de notificación se introdujeron en un solo equipo inercial, el del segundo piloto. (En la figura 5 "Cabin del 747", puede observarse que existen tres cajas de control, es la que está a la derecha). Esta información se introdujo en los dos INS restantes.

2.- El piloto automático puede seguir cualquier ruta ortodrómica que se programe en el INS. El acoplamiento inicial se realiza con el conmutador en "Command", después se utiliza el conmutador de modo (consulte la figura 6 "Panel de selección de modo").

3.- El conmutador de modo se situó

en "HDG" (Rumbo) y no en INS.

4.- El avión voló a rumbo constante que en el momento del acoplamiento era de 246 grados magnéticos.

6.- Con el acoplamiento anterior el INS indicó los pasos virtuales correctos a pesar de encontrarse desviado el avión de su ruta y esto es inherente al funcionamiento del INS (cuadro 1).

7.- La situación fue comprobada con los simuladores de vuelo del 747, tanto en Boeing (17) como en Air Canadá (18), y se encontró que la ruta seguida por el 747 se reproduciría exactamente con los extremos expuestos.

8.- No es la primera vez que estos errores han tenido lugar, lo que ocurrió es que en otros casos se dieron cuenta los tripulantes y se pudo evitar la tragedia. El vuelo 007 no tuvo esa suerte.

9.- A los errores anteriores (19), se unieron otros entre los cuales citamos:

a) El no deducir que la incapacidad de comunicar en VHF con Anchorage pero sí con otros aviones civiles en ruta era debido a encontrarse fuera de la R-20.

b) El no haber comprobado el INS con otras ayudas a la navegación, como el radar meteorológico.

c) El no haber utilizado el INS 2 para navegación transversal-desviación lateral. Este modo de operación es normal.

En definitiva: la tripulación cometió varios errores de navegación y operación de los equipos de a bordo y en consecuencia se adentró en territorio prohibido en un momento de gran tensión entre rusos y norteamericanos (20) ■

(17) Informe de la ICAO-diciembre de 1983.

(18) Massacre 747-The Story of Korean Airlines Flight 007. R. Rohmer. Paper Jacks. Ltd. Canadá, May 1984

(19) A.G. Betes. Errores de Navegación. Apuntes de la Cátedra de Navegación de la Escuela Técnica de Ingenieros Aeronáuticos. Madrid 1984.

(20) Por fin se están analizando las cintas de las "cajas negras" pues el gobierno soviético las ha puesto a disposición de expertos gubernamentales de otros países. La información se estima estará disponible a mediados de este año de 1993