

El minuto clave.

Cajas negras

Alberto García Pérez

www.mundoaeronautico.es alberto.garcia@mundoaeronautico.es

Las llamadas cajas negras han permitido descubrir las causas de numerosos accidentes de aviación gracias al análisis de los últimos minutos antes de la catástrofe. Repasaremos en este artículo cómo funcionan y qué requisitos tienen, ahora que estos componentes están siendo analizados para descubrir las causas del accidente del A330 de Air France.

Un poco de historia

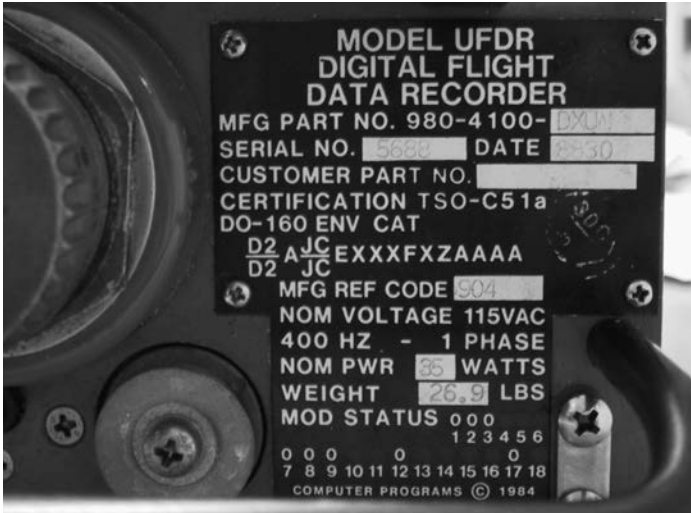
La caja negra fue inventada en 1953 por el australiano David Warren, un químico especializado en combustibles de aviación. En aquella época, los investigadores de todo el mundo no llegaban a comprender la razón de los misteriosos accidentes del De Havilland DH106 Comet, el primer avión comercial a reacción del mundo. Los aviones se estrellaban pero apenas dejaban pistas sobre las causas que produjeron la catástrofe y, por tanto, resultaba muy difícil tomar medidas correctoras que impidieran corregir los errores humanos o de diseño que los produjeron.

David Warren pensó que si se pudieran grabar los últimos minutos de las voces de los pilotos y de los principales instrumentos de vuelo, se podría adelantar enormemente en la comprensión de los accidentes aéreos. Sin embargo, su idea no captó la atención que esperaba. Basándose en su experiencia como profesor, decidió que es mejor ver para entender y se lanzó a la creación de su propio



David Warren.





Caja negra del Fokker 27-50 Aircraft, estrellado.

modelo, que resultó del tamaño de una mano y con capacidad de almacenar 5 parámetros del avión durante las últimas 4 horas. El resultado fue entonces el esperado; y países como el Reino Unido o Canadá abrazaron rápidamente la idea en 1958.

Sin embargo, el viejo dicho español de que nadie es profeta en su tierra se hizo realidad y Australia apenas prestó atención a este invento. En 1960, el informe de investigación del accidente de un Fokker F27

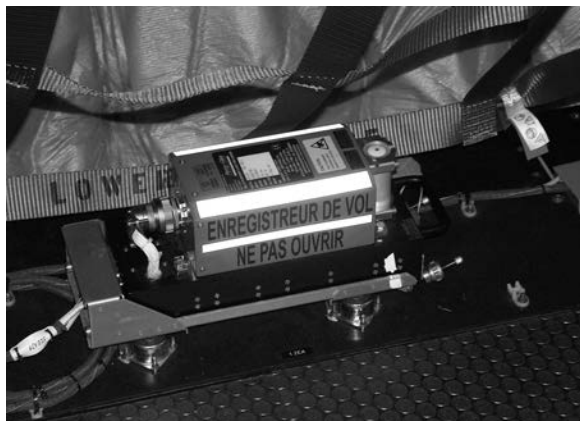
donde murieron 29 personas, recomendó su uso al ser los investigadores incapaces de establecer las razones del siniestro por falta de información. Fue entonces cuando Australia reaccionó y se convirtió en el primer país del mundo en obligar por ley a que todos los aviones comerciales de más de 5700 Kg incluyeran este dispositivo especial de grabación de datos. Surgen así los llamados “huevos rojos” en honor a su forma y color original con el fin de facilitar su localización en condiciones de baja visibilidad. Sin embargo, se piensa que su actual nombre: caja negra se debe al color que adquieren tras el incendio que a menudo sucede tras la catástrofe aérea, término que ha acabado imponiéndose.

Misión

La caja negra abarca dos sistemas: el registrador de vuelo (FDR o “Flight Data Recorder”) y el registrador de voz (VDR o “Voice Data Recorder”). El registrador de vuelo es el encargado de almacenar los principales parámetros de vuelo, como altitud o velocidad, así como los correspondientes a los principales sistemas del avión: motores, posición de flaps, etc. Sin embargo, el registrador de voz es el encargado de grabar todas las conversaciones que tengan lugar a tra-



Además de los instrumentos, se graban todos los sonidos en la cabina de mando.



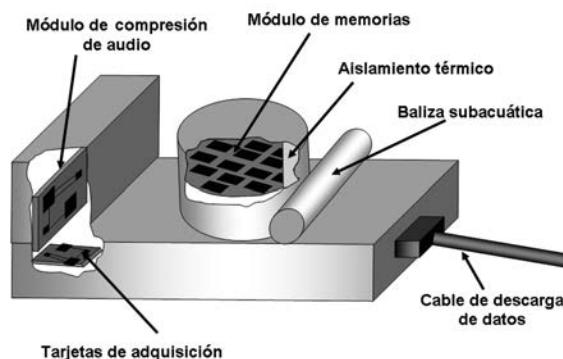
Caja negra del A380 durante los ensayos en vuelo antes de certificación.

vés de los auriculares y micrófonos de cada piloto. También registra los sonidos de la propia cabina mediante micrófonos instalados normalmente en el techo y que permiten recoger también los mensajes aurales y de alarma de los distintos dispositivos.

Ambos registradores reciben electricidad de generadores instalados en los motores del avión. Aunque recientemente se ha pedido a los fabricantes de aviones y operadores que incluyan también una fuente auxiliar de energía para que sean independientes del suministro de energía de la cabina, con el fin de evitar que en este caso no se registre ninguna conversación. También algunos legisladores sugieren que se incluya una cámara en la cabina con el fin de poder grabar también las imágenes en su interior, aunque esta medida cuenta con la oposición de gran parte del colectivo de pilotos.

Anatomía de una caja negra

Ambos registradores suelen estar situados en la cola del avión, ya que estadísticamente ésta es la zona que está sometida a menos G en caso de accidente, y se componen de varias capas de protección. La primera, la compone un grueso bloque de acero o titanio, de unos 0,6 cm de espesor, cuya misión es la de proteger el interior contra la más que probable violencia del impacto contra el suelo. Se suele pintar de naranja o amarillo para facilitar su localización tras el accidente. Le sigue una capa de aislante térmico, de unos 2,5 cm de espesor, seguido de un sistema de protección térmica que evitan que la temperatura en el interior suba por encima de lo permitido por los circuitos electrónicos, a pesar de que en el exterior pueda existir un fuego de alta intensidad.



Elementos de la caja negra.



La caja negra se suele situar en la cola del avión.



Comprobacion de los datos almacenados.

Las primeras cajas negras grababan apenas un puñado de parámetros de vuelo sobre una lámina muy fina de acero con un alto contenido de níquel, con el fin de hacerla resistente a las temperaturas que se pudieran alcanzar en caso de incendio. La grabación se realizaba por medio de estiletos mecánicos que dejaban una huella sobre dicha lámina de acero. El conjunto completo estaba diseñado para resistir deceleraciones de hasta 100 G; es decir, 100 veces la aceleración de la gravedad. Aunque inicialmente se

pensó que este requisito era suficiente, en 1965 se tuvo que aumentar la especificación de resistencia a deceleración de 100 G hasta los 1000 G, requerido por la autoridad norteamericana (FAA). Ese mismo año, se obligó también a introducir un aparato específico para registrar la voz de los pilotos y comenzaron a emplearse sistemas de grabación magnéticos, que resultaban más fiables y ofrecían mayor capacidad de almacenamiento.

Sin embargo, la grabación magnética también seguía planteando problemas en el caso de accidentes sucedidos en el mar, ya que la filtración de agua a menudo estropeaba las bandas magnéticas. Aunque hubo que esperar hasta la década de los 90 para que se sustituyeran por módulos digitales de memoria, que además de resolver estas desventajas, necesitaban menos mantenimiento y eran más económicos de operar.

Con el tiempo, el número de parámetros que se almacenan también ha ido aumentando progresivamente, desde los 34 grabados en 1991 hasta los 88 que, por ley, se exigen a todos los aviones fabricados a partir de 2002. Sin embargo, gran parte de las cajas negras actuales pueden llegar a almacenar hasta 400 parámetros y registrar las últimas 25 horas de vuelo, lo que equivale a un vuelo de ida y vuelta entre Madrid y Los Ángeles. La capacidad de las memorias flash empleadas está próxima a los 80 Mb e incluyen circuitos que comprimen los datos que se reciben con el fin de almacenar la mayor cantidad de información posible.



Existen distintos formatos de caja negra, pero todos coinciden en su color.



Heim D5000 Data Recorder.



Honeywell Flight Recorder.

Los registradores de voz, sin embargo, suelen tener menos capacidad de almacenamiento temporal. El magnetoscopio hermético situado en la cabina de los pilotos suele tener 4 canales de audio para registrar las comunicaciones entre los pilotos, con el tercer tripulante, si lo hubiera, y de la propia cabina. Legalmente, se requiere grabar los últimos 30 minutos, aunque se recomienda que abarque dos horas.

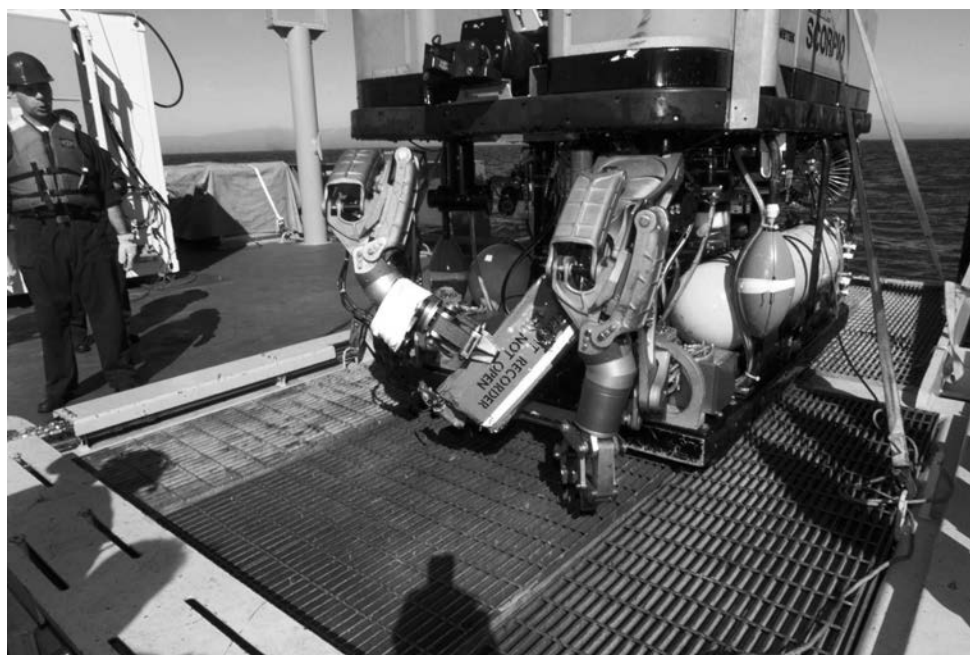
En cualquiera de los dos casos, la grabación se detiene en caso de accidente.

Requisitos especiales

Los requisitos que deben superar los registradores de vuelo son muy exigentes con el fin de resistir la violencia del impacto contra el suelo y mantener

intacta la información adquirida. Por ello, se les exige resistir deceleraciones de hasta 3400 G durante 6,5 milésimas de segundo, lo que equivale a detener un avión que se desplaza a 775 km/h en tan sólo 1,5 metros. Se exige también que sea capaz de soportar la fuerza de compresión de 2500 kg aplicados simultáneamente en sus tres ejes o que una aguja de acero acoplada a un peso de 230 kg a 3 m de altura no la penetre.

La certificación de las cajas negras exige también que sean capaces de mantener los datos registrados aunque las temperaturas en el exterior alcancen los 1100 °C durante 60 minutos seguido de un fuego de baja intensidad (260 °C) durante 10 horas. También deben resistir estar sumergidas en agua marina a alta profundidad, siendo algunos modelos capaces de retener la información durante 30 días a 6000 m de



Recuperación de una caja negra de un avión de la USAF estrellado en alta mar.



La caja negra es vital para comprender los segundos.

profundidad en el mar. Asimismo, están dotadas de un sonar activado por baterías internas para localizarla en el mar hasta una profundidad de 4000 m.

Conclusión

En aviación militar no son muy populares las cajas negras debido a que pueden caer en manos enemigas proporcionando información sensible sobre el funcio-

namiento del avión. Sin embargo, en aviación comercial han sido y son claves para comprender los fallos humanos o mecánicos que han conducido a un accidente y con ello tomar las medidas oportunas para que no vuelva a ocurrir. Sin lugar a dudas, los registradores de a bordo o cajas negras han sido de los sistemas que más han contribuido históricamente a la seguridad en vuelo. A pesar de ello, no son muy conocidas por el gran público. Esperamos que este artículo haya contribuido a saber un poco más sobre ellas.



Sistema de recuperación de datos.