



INFORME PRELIMINAR

INCIDENTE GRAVE

COL-24-76-DIACC

Abortaje del despegue por falla de motor izquierdo

Airbus A320 – 214

Matrícula: HK5407

27 de noviembre de 2024

Aeropuerto internacional Matecaña

Pereira - Risaralda – Colombia

ADVERTENCIA

El presente Informe Preliminar es presentado por la Autoridad de AIG de Colombia, Dirección Técnica de Investigación de Accidentes Aéreos – DIACC, de acuerdo con las disposiciones establecidas en el Anexo 13 al Convenio de la Organización de Aviación Civil Internacional, la legislación nacional vigente y el Reglamento Aeronáutico Colombiano, RAC 114.

De conformidad con los documentos señalados “El único objetivo de las investigaciones de accidentes o incidentes será la prevención de futuros accidentes o incidentes. El propósito de esta actividad no es determinar culpa o responsabilidad”.

Por lo tanto, el contenido de este Informe Preliminar no tiene el propósito de señalar culpa o responsabilidad y refleja el proceso de investigación que se adelanta, de manera independiente y sin perjuicio de cualquier otra índole de tipo legal, judicial o administrativa.

Este Informe Preliminar ha sido preparado con base en la información inicial recolectada durante el curso de la investigación. El contenido de este documento no debe interpretarse como una indicación de las conclusiones de la investigación.

CONTENIDO

| | |
|--|-----------|
| SIGLAS | 4 |
| SINOPSIS | 5 |
| 1. INFORMACIÓN FACTUAL | 5 |
| 1.1 Reseña del vuelo | 5 |
| 1.2 Investigación de campo..... | 8 |
| 1.2.1 Inspección Boroscópica..... | 11 |
| 1.2.2 Registradores de vuelo..... | 11 |
| 1.2.2.1 Recuperación y descarga de datos | 11 |
| 1.2.2.2 Información relevante extraída del CVR..... | 12 |
| 1.2.2.3 Información gráfica relevante extraída del PCMCIA..... | 13 |
| 1.2.2.4 Información Relevante Extraída del Flight Data Recorder (FDR)... | 17 |
| 1.2.2.4.1 Parámetros observados hasta la suspensión del despegue: | 17 |
| Observaciones de cambios repentinos: | 18 |
| Comparación:..... | 18 |
| 1.2.2.4.2 Aceleraciones y otros parámetros observados | 18 |
| Aspectos significativos: | 19 |
| Tendencias Observadas Durante la Fase de Despegue..... | 20 |
| 2. Tareas pendientes en la investigación | 20 |

SIGLAS

| | |
|--------------|--|
| AD | Directiva de aeronavegabilidad. |
| ADREP | Accident and Incident Data Reporting. |
| ATA | Es un estándar de referencia común para la documentación de aeronaves comerciales. |
| ATC | Control de tráfico aéreo. |
| BEA | Bureau d'Enquêtes et d'Analyses, Autoridad AIG de Francia. |
| CVR | Grabadoras de voz de cabina (CVR). |
| DIACC | Dirección Técnica de Investigación de Accidentes. |
| ECAM | Electronic Centralized Aircraft Monitor - es un sistema instalado en los aviones Airbus que monitoriza el estado de los sistemas de la aeronave y emite alertas en caso de fallos. |
| ECU | Engine Control Unit – Unidad de Control del Motor. |
| ENG | Motor – Planta motriz. |
| FDR | Grabadoras de datos de vuelo. |
| FOD | Daños que pueden causar a las aeronaves objetos extraños. |
| HL | Hora Local. |
| HL | Hora Local. |
| HPT | Turbina de alta presión. |
| kt | Nudos. |
| NOTAM | Notice to Airmen - Notificación a los Aviadores. |
| NTSB | Junta Nacional de Seguridad en el Transporte, Autoridad AIG de EEUU. |
| OACI | Organización de Aviación Civil Internacional. |
| RAC | Reglamento Aeronáutico de Colombia. |
| S/N | Serie número. |
| SB | Boletín de servicio. |
| SKBO | Aeropuerto internacional Eldorado – Bogotá / Cundinamarca. |
| SKPE | Aeropuerto Matecaña – Pereira / Risaralda. |
| SM | Supervisor de movimiento. |
| TCP | Tripulantes de Cabina de Pasajeros. |
| TWR | Controlador de torre. |
| UAEAC | Unidad Administrativa Especial Aeronáutica Civil. |
| UTC | Hora Universal Coordinada. |

SINOPSIS

| | |
|--|---|
| Aeronave: | Airbus A320-214 / Matricula: HK 5407. |
| Fecha y hora del Incidente Grave: | 23:37 UTC / 18:37 HL |
| Lugar del Incidente Grave: | Aeropuerto Matecaña - SKPE – Pereira / Risaralda. |
| Coordenadas: | Latitud 4°48'45.63" N / Longitud 75°44'23.22"O. |
| Tipo de Operación: | Regular. |
| Número de ocupantes: | 170 ocupantes (164 pasajeros, 1 piloto, 1 copiloto y 4 TPC). |
| Categoría ADREP: | SCF-PP Fallo o Malfuncionamiento de Sistema/Componente (Grupo Motor). |

1. INFORMACIÓN FACTUAL

1.1 Reseña del vuelo

El 27 de noviembre de 2024, la aeronave de transporte comercial de pasajeros Airbus A320-214, con asignación de vuelo AV9418, se disponía a realizar un vuelo entre el Aeropuerto Internacional Matecaña (SKPE) de la ciudad de Pereira y el Aeropuerto Internacional El Dorado (SKBO) de la ciudad de Bogotá, con 164 pasajeros y 6 tripulantes a bordo.

El vuelo estaba programado para iniciarse a las 18:16 hora local (HL), en la ruta SKPE - TOLI1D - TOLIM - TOLI4W – SKBO.

De acuerdo con el *Maintenance Post Flight Report* consultado (del trayecto SKBO – SKCL AVA9694), la aeronave tenía 4 reportes diferidos, relacionados a continuación:

- i. ATA 21-43 COND FWD CRG ISOL VALVE
- ii. ATA 77-00 ENG 2 IGN B FAULT
- iii. ATA 77-00 ENG 2 START FAULT
- iv. ATA 77-00 ENG 2 IGN B FAULT

Adicionalmente, en el registro *post flight* se presentó un mensaje de falla relacionada al ATA 74-00-00 IGN 2, ECU.

A las 18:31 HL, la aeronave inició el rodaje por la calle Bravo para posicionarse en la pista 26, maniobra que se ejecutó sin novedad.

El despegue comenzó a las 18:35 HL. Transcurridos 24 segundos, y habiendo alcanzado LA AERONAVE una velocidad aproximada de 100 nudos, se produjo una explosión en el motor izquierdo.

Inmediatamente, la tripulación ejecutó la maniobra de despegue discontinuado y notificó al Control de Tráfico Aéreo (ATC) sobre la situación, aproximadamente las 18:37 HL.

El personal de la Torre de Control ofreció asistencia, pero la tripulación solicitó tiempo para verificar el estado de la aeronave. En ese momento, se identificó una alerta en el Sistema de Monitorización Electrónica Centralizada del Avión (ECAM): "ENG 1 REVERSE UNLOCKED".

Pasados unos minutos, el ATC ofreció nuevamente asistencia, y la tripulación solicitó la inspección de la aeronave por parte del servicio de bomberos, debido a la falla en el motor izquierdo.

A las 18:38 HL, el personal del Servicio de Extinción de Incendios (SEI) del aeródromo acudió con dos vehículos para inspeccionar y asistir a la aeronave, la cual se encontraba en la pista principal, más adelante del cruce con la calle de rodaje Alpha. El Supervisor de Movimiento (SM) se posicionó detrás de los vehículos de bomberos para asistir a la aeronave en caso de que fuera necesario.

El personal de bomberos se comunicó con la tripulación del vuelo AV9418, y le informó que no se observaba fuego en el exterior de la aeronave. Sin embargo, le informaron a la tripulación de una posible anomalía en el tren de aterrizaje principal izquierdo. En consecuencia, el comandante solicitó asistencia para retirar la aeronave de la pista mediante remolque.

El SM reportó la presencia de humo no significativo en la zona izquierda de la aeronave. El incidente se reportó oficialmente a las 18:40 HL.



Imagen No. 1 - Condición final de la aeronave HK5407. Fuente: Concesionario aeroportuario.

A las 18:41 HL, la tripulación de la aeronave procedió a apagar el motor 2 y mencionó la aparición de una indicación de "REVERSE UNLOCKED" en el ECAM.

A las 18:43 HL, la tripulación del vuelo AV9418 solicitó información al personal de Bomberos Aeronáuticos sobre alguna novedad. Los bomberos indicaron que se encontraban verificando la presencia de humo leve en la sección del tren de aterrizaje principal izquierdo. Adicionalmente, el Supervisor de Movimiento (SM) notificó que no se evidenció la presencia de aves al inspeccionar la sección de pista comprendida entre el umbral de la pista 26 y la calle de rodaje Alpha.

A las 18:44 HL, el personal de Bomberos solicitó a la tripulación el inicio del procedimiento de evacuación. La tripulación solicitó confirmación para iniciar el proceso, la cual fue confirmada por Bomberos Aeronáuticos. En consecuencia, se inició el procedimiento de evacuación de emergencia de la aeronave "EMER EVAC".

El SEI realizó la aplicación de dos descargas de agua y, posteriormente, aplicó agente espumógeno en la sección del motor izquierdo.

La tripulación notificó a través de la frecuencia la cantidad de pasajeros a bordo, la cantidad de combustible y la ausencia de mercancías peligrosas.

El llamado de evacuación por parte de piloto empezó aproximadamente a las 18:45:36 HL, y la alarma sonora de evacuación inició a las 18:45:39HL, dándose inicio inmediato al proceso de evacuación, la cual se efectuó utilizando los seis (6) deslizadores de la aeronave.

La tripulación realizó la verificación total de desembarque aproximadamente a las 18:47:54. Algunos de los pasajeros intentaron salir del avión con su equipaje de mano, pero fueron dirigidos por la tripulación de cabina a dejarlos a bordo.

Los pasajeros y tripulantes fueron ubicados en la sección norte del terminal de pasajeros para ser valorados medicamente por parte del personal de Servicios Médicos (Sanidad Aeroportuaria), en donde 19 de ellos fueron atendidos por estrés post traumático y lesiones leves generadas por la evacuación. Los pasajeros afectados fueron remitidos a la entidad promotora de salud contratada por la aerolínea.

Posteriormente, los pasajeros fueron ubicados en la sala de llegadas internacionales (Sala de ilesos).

A las 19:18 HL, a los pocos minutos de ocurrido, el personal de la aerolínea y de la concesión del aeropuerto notificaron el evento a la Dirección Técnica de Investigación de Accidentes vía telefónica,

A las 19:28 HL, se inició el proceso de remolque de la aeronave. Se desarmaron los toboganes de evacuación y posteriormente, se realizó el abandono de la pista por la calle de rodaje Bravo para posicionar la aeronave en el punto de estacionamiento No. 2 del Aeropuerto Internacional Matecaña (SKPE). El proceso culminó aproximadamente a las 21:46 HL.

Se emitió el NOTAM D2197/24, informando el cierre de la pista del Aeropuerto.

La Dirección Técnica de Investigación de Accidentes emitió un correo electrónico a las 20:20 HL, autorizando la remoción de la aeronave HK5407 de la pista.

Posteriormente al retiro de la aeronave, el personal de Bomberos Aeronáuticos procedió a la limpieza de la sección de la pista afectada por el agente extintor. Asimismo, el personal de Supervisión de Movimiento (SM) realizó una inspección de la pista.

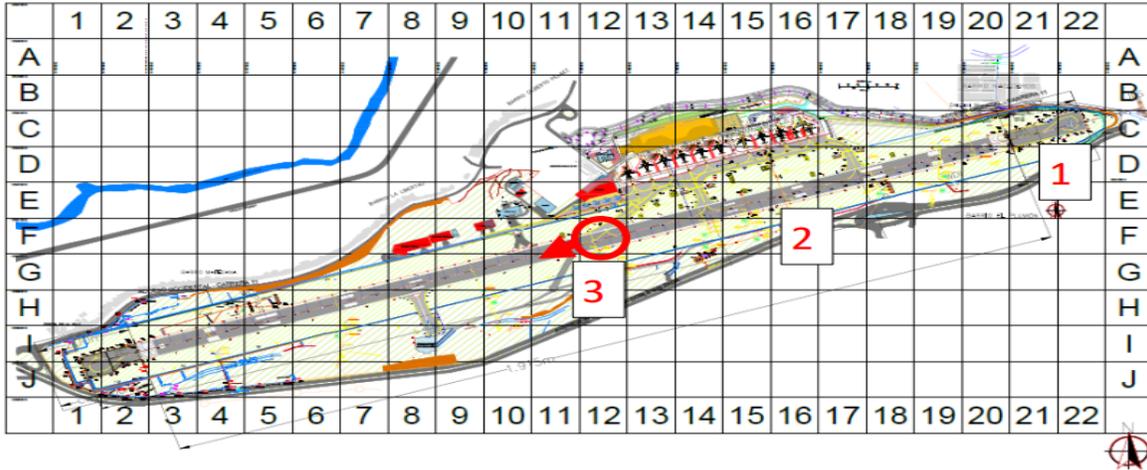
Aproximadamente a las 22:07 HL, el personal de SM notificó el abandono de la pista y la finalización de la inspección y limpieza. Señalaron que se evidenciaron fragmentos de caucho y cables, posiblemente provenientes de la aeronave HK5407. También informaron que la sección de la pista entre la calle de rodaje Alfa y la salida rápida de bomberos se encontraba húmeda debido a la limpieza realizada.

La operación del aeropuerto se reactivó a las 22:04 HL, a través de la cancelación del NOTAM D-2198/24.

Al día siguiente del evento, tres investigadores de la Dirección Técnica de Investigación de Accidentes se desplazaron a SKPE para iniciar el proceso de investigación del evento, que se clasificó preliminarmente como Incidente Grave.

Siguiendo los protocolos del Anexo 13 de la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) y la Reglamentación Aeronáutica de Colombia (RAC) 114, se notificó la ocurrencia a la OACI, a la Bureau d'Enquêtes et d'Analyses – BEA de Francia, como Estado de Diseño y de Fabricación de la aeronave, y a la National Transportation Safety Board (NTSB) de los Estados Unidos, como Estado de diseño y fabricación de las plantas motrices.

No se asignaron representantes acreditados por parte de la BEA y la NTSB. Sin embargo, se estableció contacto con los asesores técnicos de las compañías General Electric y Safran para apoyar el proceso investigativo que adelanta la Dirección Técnica de Investigación de Accidentes (DIACC).



| | |
|----|---|
| 1. | Zona de área de inicio de carrera de despegue Pista 26. |
| 2. | Zona de explosión y área en donde se encontraron restos de caucho al lado izquierdo del eje de pista en sentido del despegue, a la altura de la posición del motor izquierdo. |
| 3. | Área de parada de la aeronave en el eje de pista, aproximadamente entre la intersección de la calle de rodaje Alpha a 914 mts desde el Umbral 26. |

Imagen No. 2 - Diagrama general con las zonas donde se presentaron eventos de importancia y posición final de la aeronave. Fuente: Concesionario. Aeroportuario.

1.2 Investigación de campo

La DIACC tuvo conocimiento del evento por parte del representante de la aerolínea y de la concesión del aeropuerto y asignó un Investigador a Cargo y dos Investigadores de Apoyo, quienes se desplazaron al siguiente día de ocurrido el evento al aeropuerto SKPE para iniciar la investigación.

Durante la investigación de campo se llevaron a cabo las siguientes actividades:

En primer lugar, se realizó una inspección exhaustiva de la aeronave, que se encontraba estacionada en la posición de parqueo No. 2. Durante esta inspección, se procedió a la extracción y custodia del Flight Data Recorder (FDR), del Cockpit Voice Recorder (CVR) y del módulo PCMCIA. Posteriormente, se llevó a cabo la descarga y solicitud de entrega de información del PCMCIA, asegurando así la preservación de datos relevantes para el análisis.

Se realizaron entrevistas a los controladores aéreos que atendieron el evento, lo que permitió obtener información valiosa sobre las circunstancias que rodearon el incidente. Además, se solicitó el registro de video y de fotografías a la empresa de seguridad y al concesionario del aeropuerto.

La investigación también incluyó una inspección boroscópica del motor No. 1, enfocándose en la sección de compresión y de turbina. También, se extrajeron muestras debido a la presencia de sangre en la entrada del motor.

Se llevaron a cabo entrevistas con la tripulación de vuelo, que incluyeron al piloto, al copiloto y a cuatro tripulantes de cabina (TCP), para obtener su relato sobre los acontecimientos previos y durante el incidente.

Asimismo, se realizó una inspección del Sistema de Gestión de Seguridad (SMS) del aeropuerto, así como una revisión del programa de emergencia y asistencia a víctimas y familiares de accidentes.

Se solicitó un informe post vuelo de la aeronave y se recolectaron muestras del material extraño (FOD) encontrado en el área del incidente. Se registró fotográficamente el libro de vuelo y se inspeccionó el aeródromo, principalmente la pista en dirección 26/08. También se solicitaron registros del control del tráfico aéreo (ATC) y un diagrama detallado de la posición final del avión.

Las entrevistas continuaron con el personal del Servicio de Emergencias y Extinción de Incendios (SEI) y de Sanidad Aeroportuaria; así mismo se efectuó una inspección a los kits de supervivencia, de primeros auxilios y a los procedimientos de manejo de situaciones especiales.

En la aeronave, se revisaron las luces de emergencia. En adición, se inspeccionaron los deslizadores que fueron removidos del avión y que se encontraban en las instalaciones de mantenimiento del operador.

Finalmente, se solicitó información sobre los registros de mantenimiento de la aeronave, así como la realización de una inspección del combustible y aceite del motor No. 1. Se notificó a las agencias pertinentes como la NTSB, BEA y OACI sobre el accidente. La investigación de campo concluyó con una inspección detallada en cabina de mando y una solicitud de informe de gestión al concesionario.

Observaciones sobre el Motor No. 1

Durante las inspecciones realizadas al motor No. 1, modelo CFM56-5B4/3, con número de serie 569209, se evidenciaron varios aspectos críticos:

- No fue posible el giro del *fan*, ni de la sección de compresión y turbina.
- Se evidenció desprendimiento del material del *acoustic liner* el cual fue removido por los álabes del *fan*.
- En las paredes del *fan cowl* se evidenció presencia de material particulado y del agente de extinción de incendio espumógeno.
- Una de las líneas de combustible se encontró fracturada.
- Se evidenciaron fracturas en el *exhaust plug*.
- Se evidenció desprendimiento y restos de los álabes de la sección de turbina de baja.

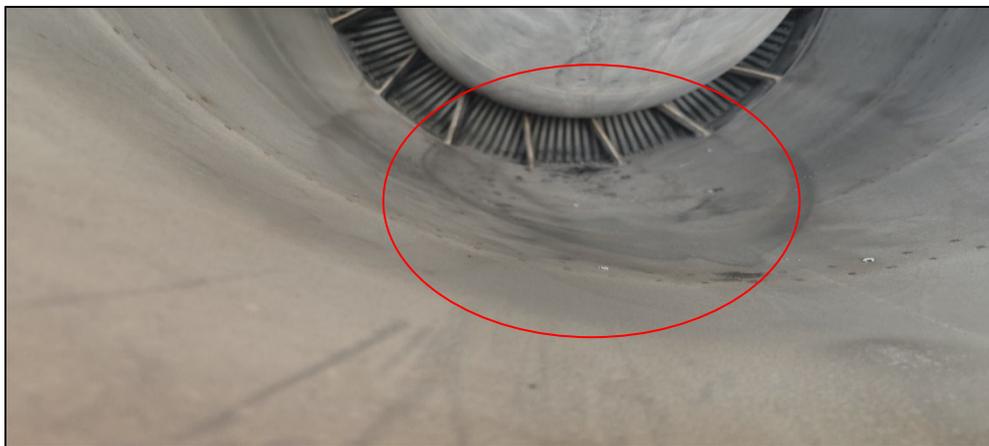


Imagen No. 3 - Ubicación de álabes y restos en motor 1 (izquierdo).



Imagen No. 4 - Fracturas en el Exhaust Plug del Motor 1 (izquierdo).

En la sección del tren principal izquierdo se encontró alta presencia hollín en todos los componentes.



Imágenes No. 5 y 6 - Tren izquierdo con presencia de hollín.

En presencia del personal de la DIACC se efectuó la remoción de los registradores de vuelo (FDR, CVR y Memory Card), y se dispuso de su custodia, con el fin de efectuar lectura y decodificación.

1.2.1 Inspección Boroscópica

La durante la inspección de campo, el operador dispuso de un equipo y personal pertinente para realizar inspección boroscópica al motor No. 1, Modelo: CFM56-5B4/3, S/N: 569209, para lograr verificar la condición de la sección de compresión, turbina y cámara de combustión. La inspección se efectuó el 28 de noviembre de 2024.

Como resultado, se encontraron daños a nivel general en la sección de compresión y turbina, también se evidencio fractura desde la raíz en la sección de HPT.



Imagen No. 7 y 8 - Discos de la sección de alta presión de turbina.

1.2.2 Registradores de vuelo

La aeronave HK-5407 estaba equipada con los siguientes registradores de vuelo:

- **Registrador de Voz en Cabina (CVR):**
 - **Marca:** Honeywell
 - **Modelo:** HFR5-V
 - **Número de Serie:** CVR-02313
 - **Capacidad de grabación:** 2,5 horas
 - **Canales:** 4 (piloto, copiloto, trip 3 y área de cabina, CAM)
 - **Calidad del sonido recuperado:** Buena
- **Registrador de Datos de Vuelo (FDR):**
 - **Marca:** Honeywell
 - **Modelo:** HFR5-0
 - **Número de Serie:** FDR-02761
 - **Cantidad de parámetros:** 1.023 a 256w
- **Tarjeta de Datos PCMCIA:**
 - **Modelo:** PCM-AFSE-MG01
 - **Número de Serie:** 915.

1.2.2.1 Recuperación y descarga de datos

Los registradores fueron recuperados por los investigadores el 28 de noviembre de 2024. Ese mismo día se realizó la descarga de los datos de la tarjeta PCMCIA, los cuales revelaron que los motores se encendieron sin contratiempos y que sus parámetros eran

consistentes con una operación normal del motor CFM56. La descarga de los datos del CVR y FDR se llevó a cabo los días 10 y 11 de diciembre de 2024.

1.2.2.2 Información relevante extraída del CVR

A partir del análisis de los datos del CVR, se reconstruyó la cronología de eventos antes y después del incidente grave. Los tiempos presentados corresponden a la hora local colombiana (UTC-5):

- **18:25:36:** La tripulación inicia comunicación con el control de tierra.
- **18:26:56:** Se realiza el encendido del motor número 1.
- **18:28:49:** La tripulación inicia la lista de verificación después del arranque.
- **18:35:17:** El control de tránsito aéreo autoriza despegue en la pista 26, indicando condiciones de viento.
- **18:36:03:** Se registra un incremento de potencia en los motores.
- **18:36:27:** Se escucha una explosión.
- **18:36:44:** La tripulación detecta una falla en el motor número 1 y decide abortar el despegue.
- **18:37:02:** El ATC pregunta si se requiere algún servicio tras la falla reportada.
- **18:38:10:** La tripulación confirma que no hay indicación de fuego, pero solicita revisión por parte de los bomberos debido a la falla del motor.
- **18:39:24:** El Servicio de Extinción de Incendios (SEI) confirma que no hay fuego visible en la aeronave, aunque se observa una novedad en el tren de aterrizaje principal izquierdo.
- **18:39:45:** La tripulación solicita asistencia para remolcar la aeronave fuera de la pista.
- **18:40:13:** El supervisor de movimiento del aeródromo (SM) informa que observa humo en el costado izquierdo de la aeronave. Aunque no es significativo, decide esperar la evaluación de los bomberos para coordinar el remolque.
- **18:41:16:** La tripulación apaga el motor número 2.
- **18:43:10:** La tripulación consulta a los bomberos si hay alguna novedad.
- **18:43:21:** Los bomberos reportan un humo leve en la parte exterior del tren principal izquierdo y continúan verificando.
- **18:44:18:** El SEI le pide a la tripulación iniciar la evacuación de la aeronave.
- **18:44:35:** La tripulación solicita confirmación de la evacuación.
- **18:44:37:** El SEI confirma que se debe evacuar la aeronave.
- **18:44:48:** La tripulación informa al ATC sobre la evacuación, la cantidad de pasajeros, el combustible a bordo y la ausencia de mercancías peligrosas.
- **18:45:39:** La tripulación inicia la evacuación de emergencia de la aeronave.

1.2.2.3 Información gráfica relevante extraída del PCMCIA

Se evaluó específicamente el segmento del despegue generando gráficos de interés para la investigación. Los gráficos de los datos de vuelo muestran la línea de tiempo en minutos desde el inicio de los motores (momento en que inicia la grabación de parámetros en la PCMCIA), el rodaje, el inicio del despegue y la maniobra de despegue discontinuado, aproximadamente desde las 00:08:47 hasta las 00:09:45. El área sombreada en gris destaca la fase de despegue.

Altitud estándar (ALT_STD)

La altitud se mantuvo estable alrededor de **4,392 ft** antes del despegue. Cerca de las **00:09:26**, se observó una disminución pronunciada en altitud, seguida de una estabilización, indicando un despegue discontinuado.

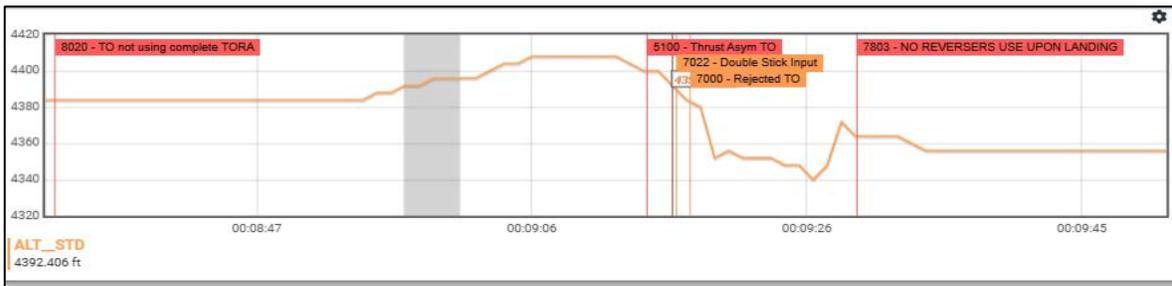


Diagrama No. 1 - Altitud estándar vs. tiempo de operación de los motores.

Velocidad en tierra (SPD_GND)

La velocidad aumentó desde cero, comenzando a las **00:08:47**, alcanzando un pico de **100.809 KT** a las **00:09:06** durante la carrera de despegue. Posteriormente, la velocidad disminuyó bruscamente a cero, reflejando una desaceleración repentina tras el abortaje del despegue.

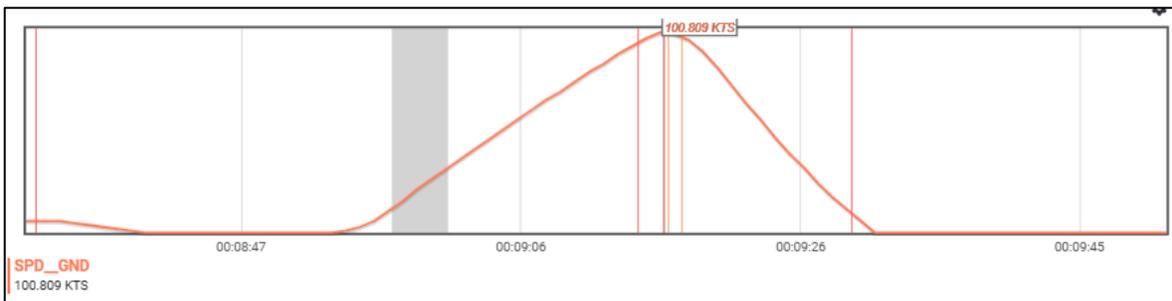


Diagrama No. 2 - Velocidad en tierra vs. tiempo de operación de los motores.

Temperaturas de freno (TEMP_BRK1 a TEMP_BRK4)

Las temperaturas de los frenos comenzaron en niveles moderados, entre 90°C y 93°C. A las 00:08:47, se observó una ligera disminución, seguida de una estabilización. Después del pico de velocidad en tierra (00:09:06), las temperaturas de todos los frenos comienzan a aumentar de manera constante, reflejando la actividad de frenado durante la desaceleración. A las 00:09:45, las temperaturas oscilan entre 94°C y 104°C, con las unidades de freno 1 y 3 mostrando temperaturas ligeramente más altas que las unidades 2 y 4.

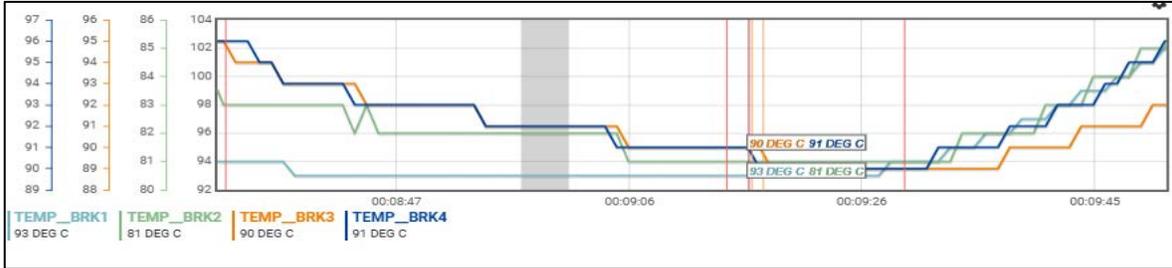


Diagrama No. 3 - Temperatura de sistema de frenos vs. tiempo operación de los motores.

Aceleración Vertical (ACC_VERT)

La aceleración vertical fluctuó alrededor de **1.0 G** antes del área sombreada, indicando una carrera de despegue estable. Después del área sombreada, se observaron fluctuaciones significativas con picos por encima de **1.0 G**, reflejando las etapas iniciales del despegue discontinuado: posteriormente se estabilizan gradualmente alrededor de **1.0 G**.

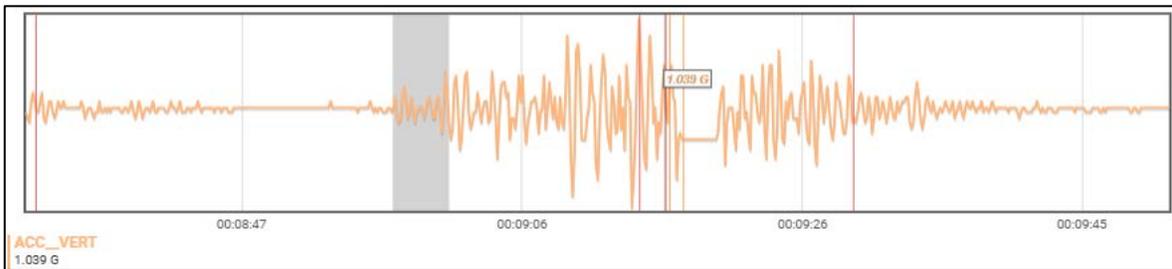


Diagrama No. 4 - Aceleración vertical vs. tiempo de operación de los motores.

Estado del despliegue del Reverso Izquierdo (SFC_REV_DEP_L)

El reverso permaneció en estado **"NO DESPLEGADO"** durante todo el intervalo de tiempo. No se registraron eventos de activación o despliegue en este periodo.

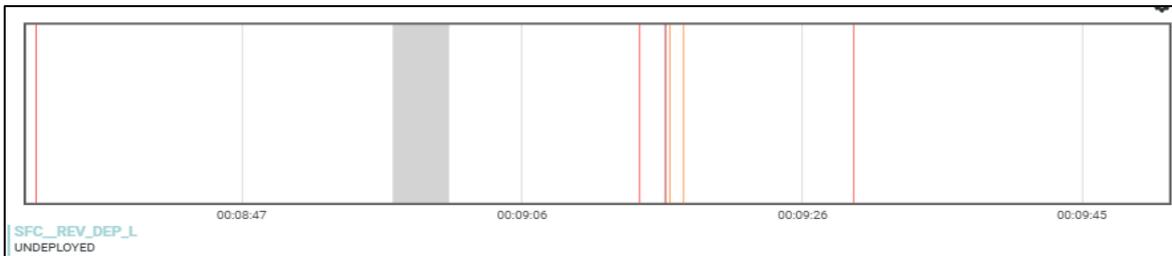


Diagrama No. 5 - Estado de despliegue de reverso del motor LH vs tiempo de operación de los motores.

Desbloqueo del Reverso del Motor Izquierdo (ENG_REV_UNLCK_AMB_L)

El reverso del motor comenzó en estado **"DESBLOQUEADO"** antes del área sombreada. Durante la fase de despegue (área sombreada), se produce una transición a **"BLOQUEADO"**, correlacionada con el aumento en la aceleración vertical mostrado en el gráfico superior. Después del área sombreada, el estado regresa a **"DESBLOQUEADO"**, con múltiples transiciones breves entre ambos estados posteriormente.

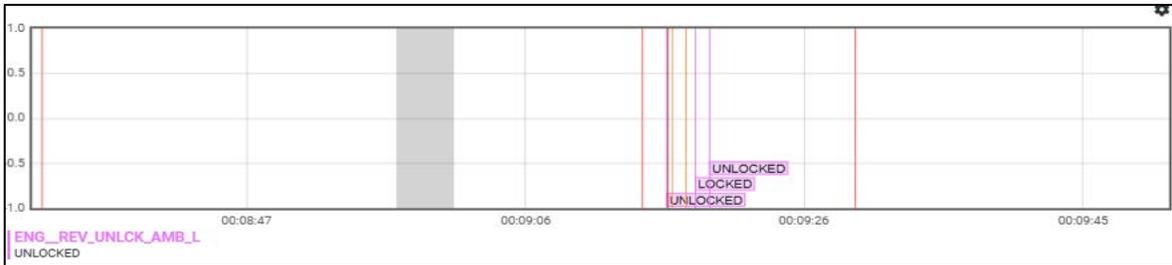


Diagrama No. 6 - Estado de bloqueo del motor reverso LH vs. tiempo de operación de los motores.

Estado del despliegue del Reverso Derecho (SFC_REV_DEP_R)

Antes de las 00:09:06, el sistema apareció como **"NO DESPLEGADO."** Entre aproximadamente las 00:09:06 y las 00:09:26, se observó un periodo en el que el reverso se muestran como **"DESPLEGADO."** Después de las 00:09:26, retorna al estado de **"NO DESPLEGADO."**

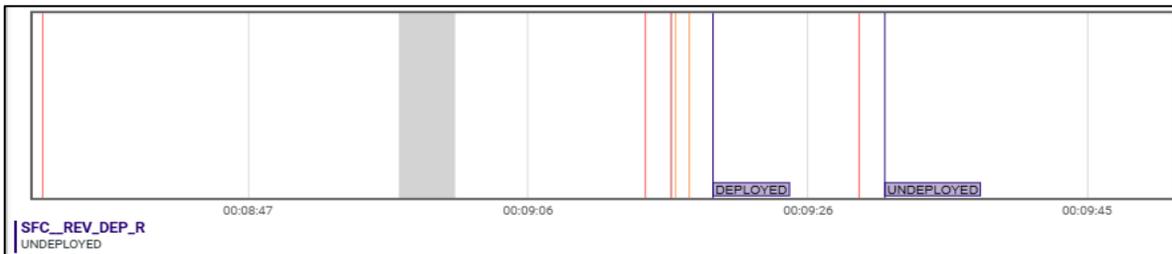


Diagrama No. 7 - Estado de despliegue de reverso del motor LH vs. tiempo de operación de los motores.

ENG_REV_UNLCK_AMB_R (Desbloqueo del Reverso del Motor en Ambiente - Derecho)

Este gráfico representa el estado del mecanismo de bloqueo del reverso de empuje del motor derecho. El sistema aparece como **"BLOQUEADO"** hasta aproximadamente las 00:09:26. Posteriormente, se muestra como **"DESBLOQUEADO."** Antes de las 00:09:06, el sistema permanece **"BLOQUEADO."**

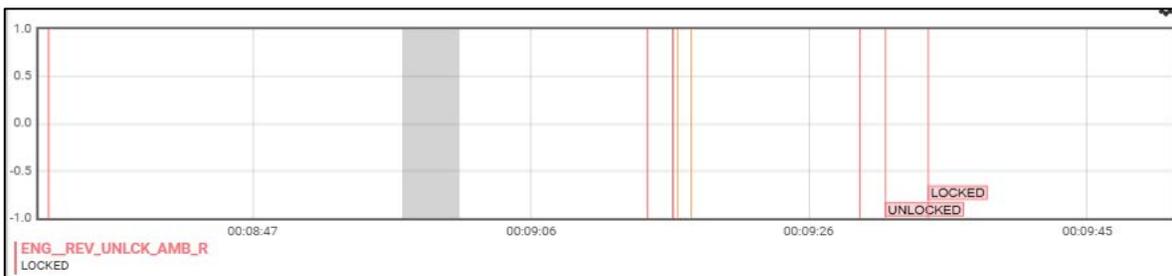


Diagrama No. 8 - Estado de bloqueo del motor reverso LH vs tiempo de operación de los motores.

Actitud de Cabeceo (ATT_PITCH):

Antes del área gris, la línea es casi plana, cercana a 0° , con oscilaciones menores. Durante el área gris, se registra un cambio rápido hacia un cabeceo positivo. Después, desde las **00:09:06**, se observan oscilaciones alrededor de un valor ligeramente negativo (-0.703°), con ajustes adicionales en la actitud de cabeceo, propios de una frenada fuerte.

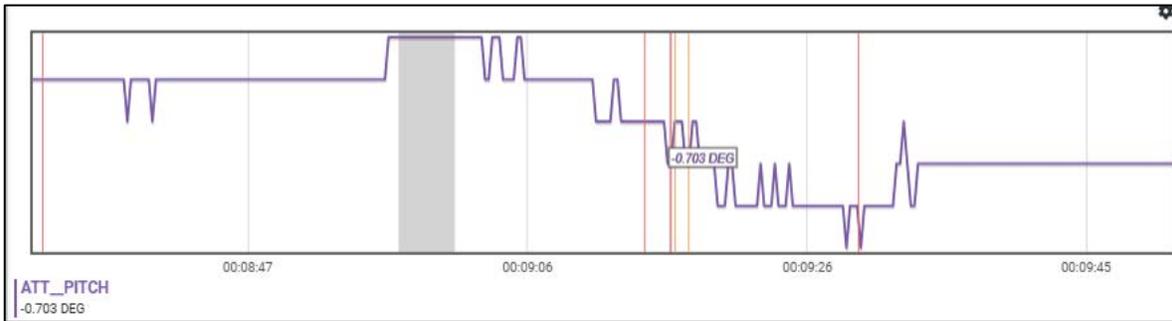


Diagrama No. 9 - Estado altitud de cabeceo vs tiempo de operación de los motores.

Temperaturas de los Frenos (TEMP_BRK1 a TEMP_BRK4):

Las temperaturas se mantienen estables, oscilando entre **302°C y 351°C**, indicando un uso limitado de los frenos. Después de la región sombreada (~00:09:45), se observa un aumento pronunciado en las temperaturas, reflejando una intensa actividad de frenado. Al final del intervalo (00:13:01), las temperaturas alcanzan sus valores máximos:

- **TEMP_BRK1:** 351°C
- **TEMP_BRK2:** 305°C
- **TEMP_BRK3:** 302°C
- **TEMP_BRK4:** 354°C

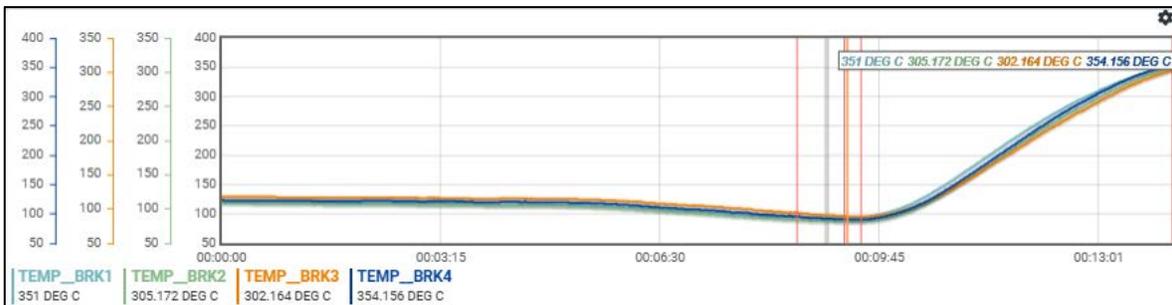


Diagrama No. 10 - Temperatura de los frenos del tren de aterrizaje vs tiempo de operación de los motores.

En adición, se destacan varios eventos operativos dentro de la línea de tiempo:

- **TO not using complete TORA:** Esta anotación sugiere un despegue discontinuado.
- **Thrust Asym TO:** Indica un empuje asimétrico durante la fase de despegue o falla de motor.
- **Double Stick Input:** Ambos pilotos ejercen presión sobre los mandos de control, durante el inicio del despegue discontinuado.
- **Rejected TO:** Confirma el despegue discontinuado.
- **NO REVERSERS USE UPON LANDING:** Indica la ausencia de uso de reversos durante la desaceleración.

1.2.2.4 Información Relevante Extraída del Flight Data Recorder (FDR)

La descarga de la información del registrador de datos de vuelo proporcionó parámetros sobre el rendimiento y el comportamiento de la aeronave y sus motores durante el despegue discontinuado.

1.2.2.4.1 Parámetros observados hasta la suspensión del despegue:

- **N1 y N2 ENG 1:** Los datos mostraron un N1 estable del 21%, después del encendido y N2 del 62%, lo que indica que los motores estaban operando en un régimen normal antes del despegue.
- **EGT 1:** Los valores de indicaron una temperatura entre 436°C y 440°C, posteriormente al encendido, que se encontraron dentro de los rangos esperados para esta fase de vuelo.
- **FF 1:** Las tasas de flujo de combustible se estabilizaron entre 640 PPH y 736 PPH, lo que refleja el consumo con potencia mínima, típica del rodaje.

Se identificó un punto notable en el conjunto de datos donde tanto el **N1 ACT ENG 1** como el **FUEL FLOW ENG1** experimentan una disminución repentina en sus valores. Este cambio es significativo, e indica una transición en el estado operativo del motor No. 1, justamente durante la maniobra de despegue cuando el motor está entregando su máximo empuje. Dichos cambios pueden estar relacionados con la falla del motor.

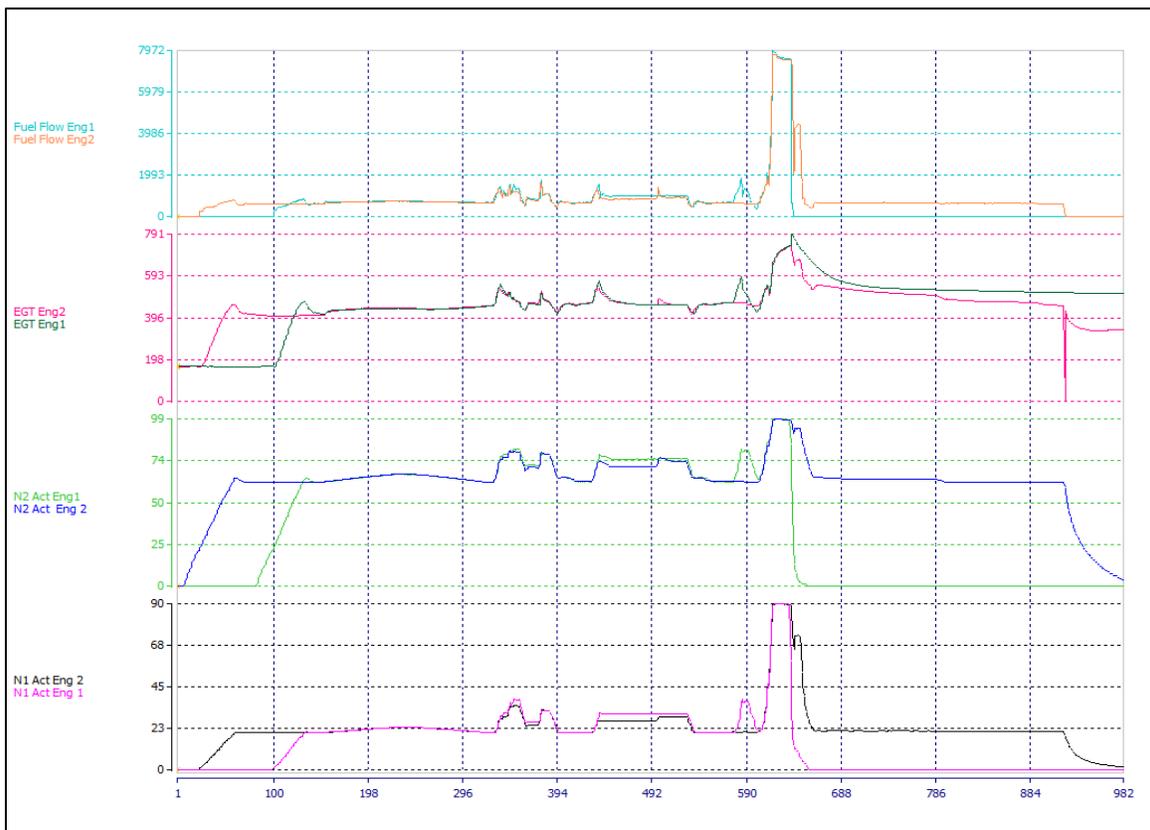


Diagrama No. 11 - Parámetros de los motores HK5407.

Observaciones de cambios repentinos:

- **N1 ACT ENG 1:** En un punto específico del conjunto de datos, el valor de **N1** cae desde un 90%, hasta 0%, lo que indica una reducción en el empuje del motor. Esto podría corresponder a la falla observada del motor.
- **FUEL FLOW ENG1:** De manera similar, el FF muestra una disminución repentina, lo que se alinea con la reducción de empuje y caída de N1.
- **EGT ENG1:** Los valores de EGT alcanzan una máxima temperatura de 791°C y disminuyen gradualmente luego del despegue discontinuado, comportamiento típico del enfriamiento de un motor durante la secuencia de apagado. Un minuto y ocho segundos (01:08) después del apagado del motor ENG 2, se observa una variación en los datos de EGT 1 con valores fuera de rango de hasta -1.536°C.

Comparación:

- La disminución simultánea de **N1 ACT ENG 1** y **FUEL FLOW ENG1** sugiere una reducción repentina de la potencia del motor ENG 1, probablemente debido a la falla presentada durante la maniobra de despegue.
- La estabilidad de **EGT ENG1** durante esta transición indica que las condiciones térmicas del motor permanecen dentro de los límites operativos, hasta cuando se presenta la falla.

1.2.2.4.2 Aceleraciones y otros parámetros observados

Se analizaron los datos de vuelo con los parámetros que detallan el rendimiento de la aeronave durante la fase de despegue; el conjunto de datos incluye los siguientes parámetros clave:

- **Número de Muestra:** Identificador secuencial para cada punto de datos.
- **Hora UTC:** Tiempo Universal Coordinado, desglosado en segundos, minutos y horas.
- **Velocidad en Tierra:** La velocidad de la aeronave en relación con el suelo, medida en nudos (Kt).
- **Aceleración Lateral:** Aceleración lateral experimentada por la aeronave, medida en unidades gravitacionales (g).
- **Aceleración Normal:** Aceleración vertical experimentada por la aeronave, también medida en (g).
- **Aceleración Longitudinal:** Aceleración hacia adelante o hacia atrás, medida en (g).
- **Aceleración Lateral del Fuselaje:** Aceleración lateral relativa al marco del cuerpo de la aeronave.
- **Aceleración Longitudinal del Fuselaje (ISIS):** Similar a la aceleración longitudinal pero específicamente relacionada con el sistema inercial interno de la aeronave.
- **Rumbo:** La dirección hacia la cual está apuntada la aeronave, medida en grados.

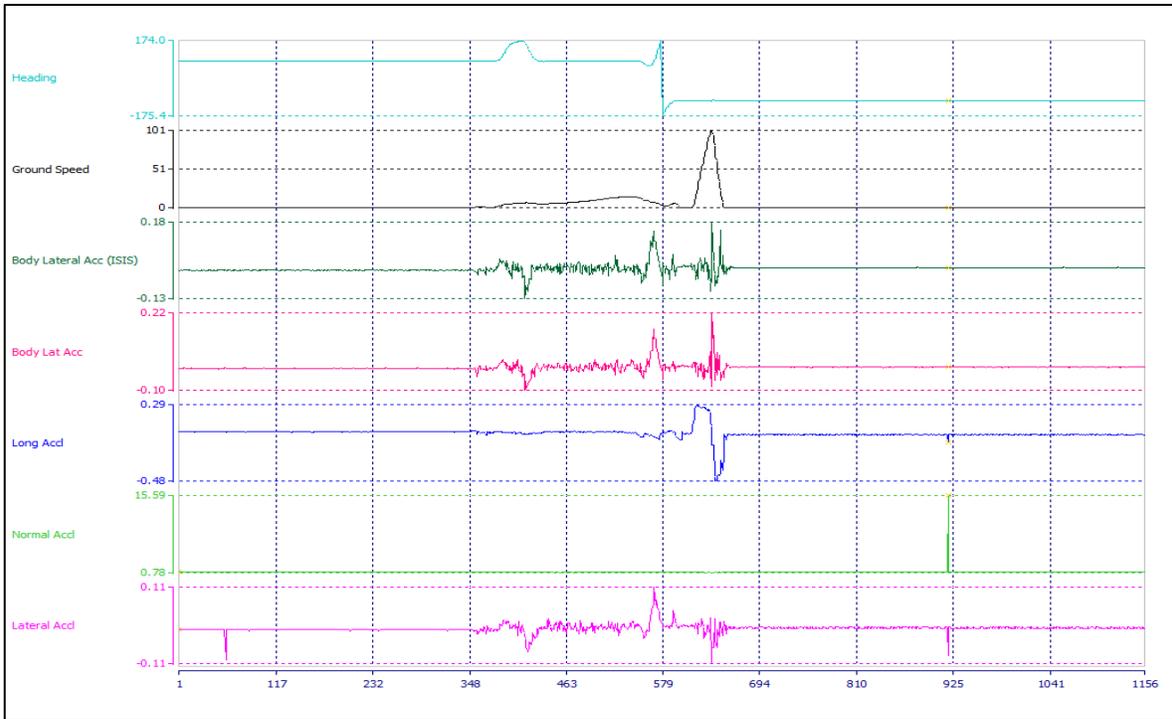


Diagrama No. 12 - Parámetros de vuelo y aceleración HK5407.

Aspectos significativos:

- **Velocidad en Tierra (GS)**

Los valores de velocidad en tierra permanecen en “cero” hasta el inicio del rodaje. Posteriormente se observó un incremento continuo hasta alcanzar un valor de 15 nudos (Kt), típico de esta fase de vuelo. Durante la carrera de despegue la GS alcanza un valor máximo de 101 Kt y luego disminuye a “cero” en 15 segundos, indicando una desaceleración típica del despegue discontinuado, con alta energía de frenado.

- **Aceleraciones (Accl)**

Las métricas de aceleración presentaron las fuerzas que actuaron sobre la aeronave durante la carrera de despegue y el posterior despegue discontinuado:

- **Aceleración Lateral:** Este parámetro muestra una variación mínima a lo largo del conjunto de datos, manteniéndose consistentemente alrededor de -0.01 g.
- **Aceleración Normal:** Este valor fluctúa ligeramente alrededor de 1 g, sugiriendo que las fuerzas verticales que actúan sobre la aeronave fueron estables y consistentes con las operaciones normales durante el despegue. El valor máximo alcanzado es de 1.07g.
- **Aceleración Longitudinal:** La aceleración longitudinal permanece relativamente constante en aproximadamente 0.02 g, indicando un empuje hacia adelante constante a medida que la aeronave comienza su carrera de despegue.

- **Aceleraciones del Fuselaje (Body Accl)**

Las aceleraciones del fuselaje reflejaron cómo se experimentaron las fuerzas dentro de la estructura de la aeronave:

- Aceleración Lateral del Fuselaje, se mantiene estable alrededor de -0.01 g, similar a la aceleración lateral, indicando fuerzas laterales mínimas durante el despegue.
- Aceleración Longitudinal del Fuselaje (ISIS) también es consistente en aproximadamente 0.02 g, reforzando que el movimiento hacia adelante se mantiene sin fluctuaciones significativas.

- **Rumbo (HDG)**

El rumbo se mantiene constante en aproximadamente 284 grados durante la mayor parte del despegue. Esta consistencia sugiere que no hubo un cambio significativo en la dirección durante el despegue discontinuado.

Tendencias Observadas Durante la Fase de Despegue

1. Las fases iniciales muestran velocidad en tierra GS cero con aceleraciones estables.
2. La velocidad en tierra comienza a registrar un incremento poco después de los marcadores temporales que indican el inicio del movimiento durante el rodaje.
3. Las aceleraciones normal y longitudinal indican un aumento gradual en el empuje a medida que la aeronave inicia su despegue.
4. Los datos muestran un período sostenido donde la aceleración normal se mantiene alrededor de 1 g, indicativa de una fase estable durante el despegue.
5. Durante este período, las fuerzas laterales permanecen mínimas, sugiriendo que la aeronave mantiene un rumbo sin desviaciones significativas por guiñada, inclusive posteriormente a la falla de ENG1.

2. Tareas pendientes en la investigación

La investigación actualmente se encuentra pendiente de ejecutar las siguientes tareas:

- Transcripción y análisis del CVR.
- Inspección del motor No. 1, modelo: CFM56-5B4/3, S/N: 569209, en la casa fabricante.
- Análisis de actuaciones operacionales ante malfuncionamiento.
- Análisis del procedimiento de evacuación de emergencia llevado a cabo.
- Análisis de resultado de las pruebas realizadas a las muestras de aceite y combustible del motor No. 1.
- Verificación de SB's y emisión de futuras AD's con el fabricante planta motriz.



DIRECCIÓN TÉCNICA DE INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES

Av. Eldorado No. 103 – 15, Piso 5º.

investigacion.accide@aerocivil.gov.co

Tel. +(57) 601 2963186

Bogotá D.C. – Colombia