

Expte. N° 292/13

ADVERTENCIA

El presente Informe es un documento técnico que refleja la opinión de la JUNTA DE INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES DE AVIACIÓN CIVIL con relación a las circunstancias en que se produjo el suceso, objeto de la investigación con sus causas y con sus consecuencias.

De conformidad con lo señalado en el Anexo 13 al CONVENIO SOBRE AVIACIÓN CIVIL INTERNACIONAL (Chicago /44) Ratificado por Ley 13.891 y en el Artículo 185 del CÓDIGO AERONÁUTICO (Ley 17.285), esta investigación tiene un carácter estrictamente técnico, no generando las conclusiones, presunción de culpas o responsabilidades administrativas, civiles o penales sobre los hechos investigados.

La conducción de la investigación ha sido efectuada sin recurrir necesariamente a procedimientos de prueba de tipo judicial, sino con el objetivo fundamental de prevenir futuros accidentes e incidentes.

Los resultados de esta investigación no condicionan ni prejuzgan los de cualquier otra de índole administrativa o judicial que, en relación con el suceso pudiera ser incoada con arreglo a leyes vigentes.

INFORME FINAL

INCIDENTE OCURRIDO EN: Aeropuerto de Rosario, provincia de Santa Fe

FECHA: 26 de marzo de 2013

HORA: 13:00 UTC (aprox)

AERONAVE: Avión

MARCA: Embraer

MODELO: ERJ 190-100 IGW

MATRÍCULA: LV-CIE

PILOTO: Licencia de piloto de transporte de línea aérea

COPILOTO: Licencia de piloto comercial de 1ra. clase de avión.

PROPIETARIO: Empresa de transporte aerocomercial internacional.

Nota: Las horas están expresadas en Tiempo Universal Coordinado (UTC), que para el lugar del incidente corresponde al huso horario – 3.

# 1 INFORMACION SOBRE LOS HECHOS

## 1.1 Reseña del vuelo

El 26 de marzo de 2013, durante la realización de un vuelo de transporte aerocomercial regular entre el Aeropuerto (AP) Salta (SASA) y el AP Buenos Aires/Aeroparque Jorge Newbery (SABE), se produjo la detención automática del motor N° 1 en vuelo, próximo a la posición Pedro.

El piloto intentó reencender el motor y al no conseguirlo, decidió realizar un aterrizaje de emergencia en el AP Rosario (SAAR).

Para ello, la tripulación realizó los procedimientos de acuerdo con lo especificado en las Emergency Checklists, aterrizando en el AP Rosario (SAAR) sin inconvenientes.

El incidente se produjo de día y en condiciones de buena visibilidad.

## 1.2 Lesiones a personas

Lesiones	Tripulación	Pasajeros	Otros
Mortales	--	--	--
Graves	--	--	--
Leves	--	--	--
Ninguna	2/3	44/0/2	

## 1.3 Daños en la aeronave

Motor: detención automática del motor N° 1 en vuelo, sin daños.

## 1.4 Otros daños

No hubo.

## 1.5 Información sobre el personal

### 1.5.1 Piloto

El piloto, de 35 años de edad, era titular de la licencia de piloto de transporte de línea aérea de avión con habilitación para: vuelo nocturno, vuelo por instrumentos, monomotores y multimotores terrestres hasta 5700 kg, E170, E190, MD81, MD88, MD83 y copiloto B732.

Su certificado de aptitud psicofisiológica clase 1 se encontraba vigente, con fecha de vencimiento 30 de noviembre de 2013.

### 1.5.2 Copiloto

El copiloto, de 34 años de edad, era titular de la licencia de piloto comercial de primera clase de avión con habilitación para: vuelo por instrumentos, vuelo nocturno, monomotores y multimotores terrestres hasta 5700 kg, copiloto E170 y E190.

Su Certificado de Aptitud Psicofisiológica Clase 1 se encontraba vigente, con fecha de vencimiento 30 de julio de 2013.

1.6 Información sobre la aeronave

1.6.1 Características generales

Avión marca Embraer, modelo 190, número de serie 19000414, con un peso vacío de 28366 kg., de construcción metálica, semimonocasco, birreactor, ala baja, empenaje convencional, tren triciclo retráctil.

1.6.2 Célula

Afectado a plan de mantenimiento progresivo que se realizaba de acuerdo con las instrucciones de aeronavegabilidad del fabricante, teniendo al momento del incidente un total general (TG) de 5043.3 h.

El certificado de matrícula registrado a nombre de una empresa de transporte aerocomercial nacional e internacional, expedido el 30 de marzo de 2011.

El certificado de aeronavegabilidad fue emitido por la Dirección de Aeronavegabilidad (DA) de la ANAC, de clasificación Estándar, categoría Transporte, el 25 de febrero de 2011.

1.6.3 Motor

La aeronave está equipada con dos motores marca General Electric, modelo CF34-10E5A1G07, de 17000 kg de empuje cada uno. El mantenimiento periódico se realizaba de acuerdo con las instrucciones de aeronavegabilidad del fabricante, teniendo ambos motores al momento del incidente un total general (TG) de 5043.3 h y 3561 ciclos. El motor izquierdo tenía número de serie 994991, y 994992 el derecho.

1.6.4 Peso y balanceo de la aeronave

El cálculo de los pesos de la aeronave al momento del incidente fue el siguiente:

Vacío:	29568 kg
Máximo de despegue (PMD):	47558 kg
Máximo de aterrizaje (PMA):	44000 kg
Tripulación pasajeros y cargas:	3550 kg
Combustible:	3558 kg
Total de aterrizaje:	35737 kg
Diferencia:	8263 kg en menos respecto al PMA.

El centro de gravedad (CG) de la aeronave al momento del aterrizaje se encontraba dentro de la envolvente operacional de la planilla de peso y balanceo de fecha 14 de enero de 2011.

1.6.5 De los componentes o sistemas de la aeronave que influyeron en el incidente debe hacerse mención a la:

Unidad de control digital del motor, FADEC (Full Authority Digital Electronic Control) del motor izquierdo, que controla todos los aspectos del funcionamiento y de la performance del mismo.

1.7 Información meteorológica

No aplicable.

1.8 Ayudas a la navegación

No aplicable.

1.9 Comunicaciones

La tripulación de la aeronave realizó las comunicaciones con el Centro de Control de Área Ezeiza, posterior a la detención del motor, y con el Operador de la Torre de Control Rosario (TWR ROS), sin inconveniente en ambos sentidos.

1.10 Información sobre el lugar del incidente

1.10.1 El incidente ocurrió en vuelo, Aerovía W 6, posición Pedro (33° 42' 04" S y 059° 40' 01" W) con 37000 ft (FL 370). Posteriormente, la aeronave aterrizó en el AP SAAR, Público, Controlado, Internacional, ubicado a 13 km al WNW de la ciudad de Rosario. Cuenta con una pista con orientación 02/20 de 3000 m de largo por 45 m de ancho, de asfalto.

1.10.2 Las coordenadas geográficas del lugar son 32° 54' S y 060° 47' W, con una elevación 26 m sobre el nivel medio del mar.

1.11 Registradores de vuelo

No aplicable.

1.12 Información sobre los restos de la aeronave y el impacto

No aplicable.

1.13 Información médica y patológica

No aplicable.

1.14 Incendio

No hubo.

1.15 Supervivencia

No aplicable.

1.16 Ensayos e investigaciones

1.16.1 Durante la entrevista, el piloto manifestó que en vuelo recto y nivelado, manteniendo FL 370 con una velocidad de 0.78 Mach, volando en aire claro, sin turbulencia, se presentó en el EICAS (Engine Indicating and Crew Alerting System - sistema integrado para proveer a la tripulación de vuelo indicaciones de parámetros de motores y otros sistemas) la indicación "ELEV-THR COMP FAIL". A partir de ese momento, se presentaron oscilaciones en N1 del motor 1, con la indicación y mensaje asociado "ENGINE FAIL", deteniéndose posteriormente el motor.

1.16.2 Inmediatamente después de advertir la falla, la tripulación cumplió con la "EMERGENCY AND ABNORMAL PROCEDURES CHECK LIST" correspondiente, dirigiéndose al aterrizaje en el AD más cercano, que era el AP Rosario (SAAR), sin inconvenientes.

1.16.3 La novedad técnica fue anotada en el Registro Técnico de Vuelo (RTV) Nro. 395166.

1.16.4 El área de mantenimiento de la empresa decidió el cambio de la FADEC del motor 1, según lo especificado en el AMM 73-21-01, y siguiendo los procedimientos del manual de General Electric EMM 73-00-00-800-810/200, realizaron el test operacional sin novedad.

1.16.5 El informe emitido por el fabricante del motor (General Electric), confirmó la falla en las uniones soldadas de los pines del circuito integrado U59 de la FADEC.

1.16.6 GE emitió un boletín de servicio, el SB 73-0024 Revisión 1, el 30 de noviembre de 2012, donde hace mención a la revisión y reparación de las soldaduras del circuito integrado, entre otros el U59. Su aplicación se debe cumplimentar, toda vez que la unidad sea desmontada por falla y enviada a reparación.

1.16.7 También ha manifestado que se encuentra desarrollando un nuevo software, versión 5.42, para agregar una protección al circuito integrado RAM, y diseñando un puerto adicional para reducir la probabilidades de un cierre no controlado de combustible, como así también incorporar en la unidad FADEC un ventilador para reducir los picos de temperatura.

1.17 Información orgánica y de dirección

La aeronave es propiedad de una Empresa de Transporte Aerocomercial Nacional e Internacional.

## 1.18 Información adicional

Según lo informado por el fabricante de la aeronave, la filosofía de diseño de la FADEC usa el concepto de que la tripulación tiene la responsabilidad de decidir el comando del corte de motor.

Las funciones automáticas del software de la FADEC proporcionan límites en el manejo del empuje diseñados principalmente con la intención de proteger el motor y también para evitar el corte de este.

La FADEC tiene dos canales idénticos, pero aislados. Uno opera como el canal activo y el otro se encuentra en posición stand-by. El canal stand-by constantemente procesa todos los datos y está siempre listo para tomar el control inmediato del motor en caso de una falla en el canal activo. Las funciones automatizadas tienen como objetivo mantener la operación del motor y su capacidad de empuje.

Sin embargo, si no se abordan ciertas condiciones anormales específicas inmediatamente, pueden desarrollarse tan rápido que la tripulación de vuelo no tendrá tiempo suficiente para identificar, comprender y reaccionar como sea necesario. Un ejemplo de ello que puede ser mencionado es la condición de "overspeed" de N2. Siempre que N2 alcanza 102%, la FADEC automáticamente manda corte del motor. Esta condición, de no cumplirse el corte automático, puede resultar en el desprendimiento de un álabe o la rotura del rotor, por ejemplo.

Es importante considerar que esta opción, como cualquier otra funcionalidad automatizada, es el resultado de un exhaustivo desarrollo de ingeniería y análisis operacional que involucra a autoridades de certificación, fabricantes y pilotos. Tales análisis y estudios que respaldan las decisiones de diseño, utilizan metodologías maduras ampliamente adoptadas en la industria de la aviación. No solamente Embraer, también diferentes aeronaves y fabricantes de motores adoptan el corte automático de motor, no como una regla pero si como última opción de diseño para direccionar un limitado número de condiciones específicas.

Además, el corte del motor el cual es foco de la investigación, no está asociado con el concepto de automatización, pero por una falla de hardware combinada con una lógica característica de software, que la hacía incapaz de ejecutar la intención de diseño para evitar un corte del motor al cambiar el control del motor para el canal "sano". Al momento del desarrollo de este documento, esta cuestión ya fue abordada por los boletines de servicio (SBs) 190-73-0014 y 190-73-0016.

## 1.19 Técnicas de investigaciones útiles o eficaces

Se aplicaron las de rutina.

## 2 ANÁLISIS

### 2.1 Aspectos Operativos

2.1.1 De las investigaciones realizadas, se desprende que la tripulación después de que se produjo la indicación en el "EICAS" de la falla en el motor N° 1 y la

posterior detención automática de éste, realizó los procedimientos en forma correcta cumplimentando lo especificado en la “EMERGENCY AND ABNORMAL PROCEDURES”.

2.1.2 La detención del motor en este caso no tuvo ulteriores efectos.

## 2.2 Aspectos Técnicos

Se constató que luego del cambio de la FADEC del motor 1 y de las pruebas de motor en tierra, los sistemas y componentes no presentaron novedades.

La empresa retornó la aeronave al servicio para efectuar un vuelo de prueba, el que fue realizado sin novedad.

El informe emitido por General Electric, confirma la falla de las soldaduras en pines del circuito integrado U59 de la FADEC.

La FADEC ante la recepción de indicaciones anormales interpretó una falla que requería detener el motor. Las características del software 5.41 instalado impidieron la conmutación al canal de espera. Por lo que la falla se concretó en la parada del respectivo motor.

Del análisis de las acciones realizadas por la empresa fabricante del motor con posterioridad al incidente, se desprende que ha identificado adecuadamente la falla, realizando las acciones correctivas que se consideran adecuadas.

## 3 CONCLUSIONES

### 3.1 Hechos definidos

3.1.1 La tripulación de la aeronave se encontraba habilitada para realizar el vuelo con las Licencias y Certificados de Aptitud Psicofisiológicas vigentes.

3.1.2 Se estaba cumpliendo un vuelo de transporte aerocomercial doméstico.

3.1.3 La tripulación procedió en forma correcta después de producida la falla en el motor N° 1.

3.1.4 La meteorología no influyó en el incidente.

3.1.5 El suceso se inició por una falla de las soldaduras en los “*pines*” (contactos) del circuito integrado U59 de la FADEC, que produjo la introducción de parámetros erróneos en esta última.

3.1.6 Se constató una característica indeseada en el software 5.41 de la unidad FADEC que no reconoció correctamente la falla presente en el canal activo y no realizó la transferencia automática del control al canal stand-by. La transferencia, si se hubiese realizado, habría mantenido el correcto funcionamiento del motor en vuelo.

3.1.7 A la fecha de la realización de este informe, el fabricante ya ha desarrollado la solución técnica basada en los softwares versiones 5.42 (emitido en noviembre de 2013, SB 190-73-0014) y 5.50 (emitido en octubre de 2014 - SB 190-73-0016).

### 3.2 Causa

Durante un vuelo regular doméstico de pasajeros, detención automática del motor N° 1 en vuelo, debido a la combinación de los siguientes factores:

- Falla de las soldaduras en los contactos del circuito integrado U59, que produjo la introducción de parámetros erróneos en la FADEC.
- Característica indeseada de software en la unidad FADEC que no reconoció correctamente la falla presente en el canal activo y no realizó la transferencia automática de control para el canal stand-by.

## 4 RECOMENDACIONES SOBRE SEGURIDAD

### 4.1 Al CENIPA

Considerar la posibilidad de recomendar a la autoridad de certificación estudie la emisión de una Directiva de Aeronavegabilidad con el fin que sea obligatorio el cumplimiento del SB 190-73-0016.

### 4.2 A la Dirección Nacional de Seguridad Operacional – Dirección de Aeronavegabilidad (ANAC).

Se remite el presente informe a los fines de informarle de los hallazgos de la investigación y la recomendación a la autoridad aeronáutica del Brasil.

### 4.3 A la empresa explotadora

Se remite el presente informe a los fines de informarle de los hallazgos de la investigación y la recomendación a la autoridad aeronáutica del Brasil.

## 5 REQUERIMIENTOS ADICIONALES

Las personas físicas o jurídicas a quienes vayan dirigidas las recomendaciones emitidas por la Junta de Investigación de Accidentes de Aviación Civil, deberán informar a la AUTORIDAD AERONÁUTICA en un plazo no mayor a sesenta (60) días hábiles, contados a partir que recibieran el Informe Final y la Resolución que lo aprueba, el cumplimiento de las acciones que hayan sido puestas a su cargo

(Disposición N° 51/02 Comandante de Regiones Aéreas -19 JUL 02- publicada en el Boletín Oficial del 23 de Julio 2002).

La mencionada información deberá ser dirigida a:  
Administración Nacional de Aviación Civil (ANAC)  
Av. Azopardo 1405, esquina Av. Juan de Garay  
(C 1107 ADY) Ciudad Autónoma de Buenos Aires  
o a la dirección de Email: [info@anac.gov.ar](mailto:info@anac.gov.ar)

BUENOS AIRES,

Investigador operativo: Sr. Jorge BOSCH  
Investigador técnico: Sr. Ricardo BRESSAN