

APÉNDICE A

MÓDULO NÚM. B0-101: MEJORAS DEL ACAS

Resumen	Mejoras a corto plazo de los actuales sistemas anticolidión de a bordo (ACAS) para reducir las alertas falsas, manteniendo los mismos niveles de seguridad operacional. Esto reducirá las desviaciones de la trayectoria y aumentará la seguridad operacional cuando haya una alteración en la separación.	
Impacto operacional principal según el Doc 9854	KPA-04 – Eficiencia, KPA-10 – Seguridad operacional.	
Entorno operacional/fases de vuelo	Fases de vuelo en ruta y de aproximación.	
Consideraciones de aplicabilidad	Los beneficios operacionales y de seguridad operacional aumentarán con la proporción de aeronaves equipadas.	
Componentes del concepto mundial según el Doc 9854	CM – gestión de conflictos	
Iniciativas del Plan mundial (GPI)	GPI-2: Separación vertical mínima reducida GPI-9: Conciencia situacional GPI-16: Sistemas de apoyo para la toma de decisiones y sistemas de alerta	
Dependencias principales	Ninguna	
Lista de verificación del estado de preparación mundial		Situación (disponible o fecha prevista)
	Estado de preparación de las normas	√
	Disponibilidad de la aviónica	√
	Disponibilidad de los sistemas terrestres	N/A
	Procedimientos disponibles	√
	Aprobaciones de operaciones	√

1. NARRATIVA

1.1 Consideraciones generales

1.1.2 Este módulo está relacionado con las mejoras a corto plazo de la función del actual sistema anticolidión de a bordo (ACAS). El ACAS es la red de seguridad de último recurso para los pilotos. Aunque es independiente de los medios de control de la separación, el ACAS es parte del sistema ATM.

1.2 Base

1.2.1 El porte de ACAS es obligatorio mundialmente para aviones cuya masa máxima de despegue es superior a 5.7 toneladas. La versión actual del ACAS es 7.0.

1.3 Cambios introducidos por el módulo

1.3.1 En este módulo se implementan varias mejoras opcionales del sistema anticolidión de a bordo para minimizar las “alertas falsas” manteniendo los niveles de seguridad existentes.

1.3.2 El sistema de alerta de tránsito y anticolidión (TCAS) versión 7.1 introduce ventajas operacionales y de seguridad significativas en las operaciones con ACAS.

1.3.3 Estudios de seguridad operacional han indicado que el ACAS II reduce el riesgo de colisiones en vuelo un 75% a 95% en encuentros con aeronaves equipadas con transpondedor (únicamente) o con ACAS II respectivamente. Las normas y métodos recomendados (SARPS) sobre el ACAS II están alineadas con las MOPS de RTCA/EUROCAE. Los SARPS y las MOPS se actualizaron en 2009/2010 para resolver problemas de seguridad operacional y mejorar los resultados operacionales. Las normas DO185B de RTCA y ED143 de EUROCAE incluyen esas mejoras, también conocidas como TCAS, v7.1.

1.3.4 El TCAS, v7.1 introduce nuevas funciones, principalmente el seguimiento de la velocidad vertical de la propia aeronave durante un aviso de resolución (RA) y un cambio en el anuncio del RA, de “*Ajuste velocidad vertical, ajuste*” por “*Nivélense*”. Se confirmó que la nueva versión de la lógica del CAS definitivamente aportará mejoras significativas en la seguridad operacional, aunque únicamente si la mayoría de las aeronaves en determinado espacio aéreo están debidamente equipadas. La OACI acordó exigir el ACAS avanzado (TCAS, v7.1) para nuevas instalaciones a partir del 1/1/2014 y para todas las instalaciones a más tardar el 1/1/2017.

1.3.5 En un encuentro con TCAS, la clave para maximizar la seguridad es una respuesta rápida y correcta a los RA. El seguimiento operacional demuestra que los pilotos no siempre siguen correctamente sus RA (o no los siguen). Aproximadamente el 20% de los RA en Europa no se siguen.

1.3.6 Los resultados operacionales y de seguridad del TCAS dependen en gran medida del espacio aéreo en el que se opere. El seguimiento operacional del TCAS ha demostrado que se pueden generar RA innecesarios cuando las aeronaves se aproximan a su nivel de vuelo autorizado con una separación de 1000 ft y una velocidad vertical alta. Aproximadamente el 50% de todos los RA en Europa se generan en geometrías de nivelación a 1000 ft. La AN-Conf/11 reconoció el problema y pidió que se investigaran medios automáticos para mejorar la compatibilidad con la ATM.

1.3.7 Adicionalmente, dos funciones opcionales pueden mejorar los resultados del ACAS:

- a) conexión del TCAS y el piloto automático/director de vuelo para que se responda correctamente a los RA, ya sea automática o manualmente gracias al director de vuelo (función APFD); y
- b) introducción de una nueva ley de adquisición de altitud para mejorar la compatibilidad del TCAS con la ATM (función TCAP).

2. MEJORAS OPERACIONALES PREVISTAS

2.1 En el *Manual sobre la actuación mundial del sistema de navegación aérea* (Doc 9883) se proponen parámetros de medición para determinar el éxito del módulo.

<i>Eficiencia</i>	Las mejoras del ACAS reducirán los avisos de resolución (RA) falsos y (RA) y por ende las desviaciones de la trayectoria.
<i>Seguridad operacional</i>	El ACAS aumenta la seguridad en caso de pérdida de la separación.
<i>Análisis de costo/beneficio</i>	Por determinar

3. PROCEDIMIENTOS NECESARIOS (AIRE Y TIERRA)

3.1 Los procedimientos del ACAS están definidos en los PANS-ATM, Doc 4444 y en los PANS-OPS, Doc 8168. Esta evolución no modifica los procedimientos.

4. CAPACIDAD NECESARIA DEL SISTEMA

4.1 Aviónica

- Están disponibles las MOPS DO185B de RTCA / DO143 de EUROCAE para la implantación del TCAS.
- El Anexo C de la DO325 de RTCA se está modificando para incorporar las dos funciones (APFD y TCAP).

5. ACTUACIÓN HUMANA

5.1 Consideraciones de factores humanos

5.1.1 La actuación humana influye en el funcionamiento del ACAS. El ACAS es una función de último recurso en una aeronave con tripulación de dos pilotos. Los procedimientos operacionales (PANS-OPS y PANS-ATM) se formularon y perfeccionaron para tripulaciones de vuelo calificadas. Airbus certificó en el A380 la función APFD, que incluye aspectos de factores humanos.

5.1.2 Los factores humanos se han tenido en cuenta en el desarrollo de los procesos y procedimientos relacionados con este módulo. Cuando se prevé la automatización, se ha considerado la interfaz entre el ser humano y la máquina, tanto desde la perspectiva funcional como ergonómica (ver ejemplos en la Sección 6). Sin embargo, sigue existiendo la posibilidad de fallas latentes y se requiere atención durante toda la actividad de implementación. A este respecto se pide que cualquier problema relacionado con factores humanos que se identifique durante la implementación se notifique a la comunidad internacional, por conducto de la OACI, como parte de cualquier iniciativa de informes sobre seguridad operacional.

5.2 Requisitos de instrucción y competencia

5.2.1 Para este módulo se requiere instrucción sobre las normas y procedimientos operacionales que figuran en los documentos citados en la Sección 8 de este módulo. Así mismo, los requisitos en términos de competencia se identifican en los requisitos normativos de la Sección 6, que son parte integral de la implementación de este módulo. El *Manual sobre el sistema anticollisión de a bordo (ACAS)* (Doc 9863) contiene orientaciones sobre la instrucción. Se recomienda la instrucción recurrente.

6. NECESIDADES DE REGLAMENTACIÓN/NORMALIZACIÓN Y PLAN DE APROBACIÓN (AIRE Y TIERRA)

- Reglamentación/normalización: utilizar los requisitos actuales publicados que incluyen los mencionados en la Sección 8.4.
- Planes de aprobación: deben coincidir con los requisitos de aplicación, p. ej. el requisito de EASA NPA 2010-03 de 1/3/2012 para las instalaciones nuevas y 1/12/2015 para todas las instalaciones, o el mandato de la OACI de 1/1/2014 para las instalaciones nuevas y 1/1/2017 para todas las instalaciones.

7. ACTIVIDADES DE IMPLANTACIÓN Y DEMOSTRACIÓN (AL MOMENTO DE REDACTARSE ESTA NOTA)

7.1 Uso actual

7.1.1 El TCAS v7.1 ya se está instalando en aeronaves nuevas como el Airbus A380. Se recomienda que los Estados y las organizaciones internacionales que tengan la capacidad de hacerlo, realicen un seguimiento operacional.

7.2 Ensayos programados o en curso

7.2.1 Airbus ya desarrolló, evaluó y certificó la función APFD en el A380. También desarrolló y evaluó la función TCAP para el A380, y se espera certificarla para fines de 2012.

7.2.2 El proyecto SESAR ha aportado pruebas de que las funciones APFD y TCAP podrían beneficiar significativamente la seguridad operacional en Europa.

7.2.3 TCAP: con un equipamiento teórico del 100% en Europa, la probabilidad de recibir un RA por un encuentro durante la nivelación a 1000 ft se reduce en un 97%; con un equipamiento del 50%, la probabilidad se reduce en un 50%. Se ha observado que en Europa, más de la mitad de los RA se generan en encuentros durante la nivelación, y esta es una mejora palpable en compatibilidad con la ATM.

7.2.4 La evaluación en el espacio aéreo de Estados Unidos debería realizarse en 2012.

7.2.5 APFD: los resultados se expresan en tasa de riesgo, que es el indicador clave de seguridad en el equipamiento con TCAS. Tasa de riesgo = (riesgo de colisión con TCAS)/(riesgo de colisión sin TCAS): con un equipamiento teórico del 100%, la tasa de riesgo se reduce de 33% (situación actual) a 15.5%. Con un equipamiento del 50% la tasa de riesgo ya se reduce al 22%.

8. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

8.1 Normas

- Anexo 6 de la OACI — *Operación de aeronaves*, Parte I — *Transporte aéreo comercial internacional— Aviones*
- Anexo 10 de la OACI — *Telecomunicaciones aeronáuticas*, Volumen IV – *Sistema de radar de vigilancia y sistema anticolidión* (Incluida la Enmienda 85- Julio de 2010)
- EUROCAE ED-143/RTCA DO-185B, Normas de performance operacional mínima para el sistema de alerta de tránsito y anticolidión II (TCAS II)
- RTCA DO-325, Normas de performance operacional mínima (MOPS) para los sistemas y equipo de guía y control automático. Apéndice C previsto para 2013
- RTCA DO185B/EUROCAE DO143 MOPS para la implantación del TCAS

8.2 Procedimientos

- Doc 4444 de la OACI, *Procedimientos para los servicios de navegación aérea — Gestión del tránsito aéreo*
- Doc 8168 de la OACI, *Procedimientos para los servicios de navegación aérea — Operación de aeronaves, Volumen I — Procedimientos de vuelo.*

8.3 Textos de orientación

- Doc 9863 de la OACI, *Manual sobre el sistema anticolidión de a bordo (ACAS)*

8.4 Documentos de aprobación

- FAA TSO-C119c.
 - EASA ETSO-C119c.
 - FAA AC120-55C.
 - FAA AC20-151a.
 - RTCA DO-185B, MOPS para TCAS II
 - RTCA DO-325, Apéndice C, para APFD y TCAP
 - EUROCAE ED-143, MOPS para TCAS II
-

APÉNDICE B

MÓDULO NÚM. B0-102: MAYOR EFICIENCIA DE LAS REDES DE SEGURIDAD TERRESTRES

Resumen	Seguimiento del entorno operacional durante las fases en vuelo para generar alertas oportunas en tierra sobre un mayor riesgo para la seguridad de vuelo. En este caso se proponen la alerta de conflicto a corto plazo, la advertencia de proximidad de área y la advertencia de altitud mínima de seguridad. Las redes de seguridad terrestres son una contribución esencial a la seguridad operacional y se seguirán necesitando mientras el concepto operacional siga centrado en el ser humano.	
Impacto operacional principal según el Doc 9854	KPA-10 – Seguridad operacional.	
Entorno operacional/fases de vuelo	Todas las fases en vuelo.	
Consideraciones de aplicabilidad	Los beneficios aumentarán a medida que aumente la densidad y complejidad del tránsito. No todas las redes de seguridad terrestres son apropiadas para cada entorno.	
Componentes del concepto mundial según el Doc 9854	CM – gestión de conflictos	
Iniciativas del Plan mundial (GPI)	GPI-9: Conciencia situacional GPI-16: Sistemas de apoyo para las decisiones y sistemas de alarma	
Dependencias principales	Ninguna	
Lista de verificación del estado de preparación mundial		Situación (disponible o fecha prevista)
	Estado de preparación de las normas	No se aplica
	Disponibilidad de la aviónica	Disponible
	Disponibilidad de los sistemas terrestres	Disponibles
	Procedimientos disponibles	Disponibles
	Aprobaciones de operaciones	Disponibles

1. NARRATIVA

1.1 Consideraciones generales

1.1.1 El objetivo de este módulo es la implantación de un conjunto básico de redes de seguridad terrestres. Las redes de seguridad terrestres asisten al controlador del tránsito aéreo generando oportunamente alertas sobre un mayor riesgo en la seguridad de vuelo (colisión, penetración no autorizada del espacio aéreo e impacto contra el suelo sin pérdida de control), que pueden incluir avisos de resolución.

1.2 Cambios introducidos por el módulo

1.2.1 Las redes de seguridad terrestres son funciones de los sistemas ATM cuyo único objetivo es vigilar el entorno de operaciones durante las fases en vuelo, a fin de generar oportunamente alertas sobre un mayor riesgo en la seguridad de vuelo. Las redes de seguridad terrestres son esenciales para la seguridad operacional y se seguirán necesitando mientras el concepto operacional se centre en el ser humano.

1.2.2 Estas redes se han utilizado desde los años 80. A principios del 2000 se incluyeron disposiciones al respecto en los PANS-ATM, Doc 4444. Entre tanto, los proveedores de sistemas terrestres ya han incluido las redes de seguridad terrestres en sus líneas comerciales.

1.2.3 Este módulo corresponde a una versión básica de las redes de seguridad que ya se han instalado o se están instalando en muchas áreas.

1.3 **Elemento 1: Alerta de conflicto a corto plazo (STCA)**

1.3.1 Este elemento asistirá al controlador en la prevención de colisiones entre aeronaves, al generar oportunamente una alerta sobre una reducción potencial o real de la separación mínima. La STCA debe alertar cuando está en peligro el nivel de provisión de separación, pero dando suficiente tiempo para tomar medidas correctivas y evitar que se genere un aviso de resolución (RA) del sistema anticolidión de a bordo (ACAS). En algunos medios esto requiere el uso de separaciones mínimas para el STCA muy inferiores a las utilizadas en el nivel de provisión de separación. La STCA sólo será efectiva cuando en cada caso el controlador evalúa inmediatamente la situación y, si es necesario, toma las medidas apropiadas.

1.3.2 Actualmente no hay compatibilidad de sistemas entre la STCA (que avisa sobre conflictos inminentes únicamente al ATC) y el ACAS (que transmite avisos y resolución obligatoria únicamente al piloto). Sin embargo, los dos sistemas pueden complementarse, y deben establecerse procedimientos que tengan en cuenta las limitaciones y las ventajas de cada sistema.

1.4 **Elemento 2: Advertencia de proximidad de área (APW)**

1.4.1 Este elemento advertirá al controlador sobre penetración no autorizada de un volumen del espacio aéreo al generar oportunamente una alerta de infracción potencial o real de la distancia requerida de ese volumen del espacio aéreo. La APW puede utilizarse para proteger volúmenes de espacio aéreo estáticos, fijos (por ej. zonas de peligro), y con cada vez más frecuencia, volúmenes de espacio aéreo dinámicos, modulares, para permitir el uso flexible del espacio aéreo.

1.5 **Elemento 3: Advertencia de altitud mínima de seguridad (MSAW)**

1.5.1 Este elemento advertirá al controlador sobre un mayor riesgo de accidentes de impacto contra el suelo sin pérdida de control, al generar oportunamente una alerta sobre la proximidad de una aeronave a terreno u obstáculos. La MSAW sólo será efectiva cuando en cada caso el controlador evalúa inmediatamente la situación y, si es necesario, toma las medidas apropiadas.

2. **MEJORAS OPERACIONALES PREVISTAS/METRICA PARA DETERMINAR EL ÉXITO**

<i>Seguridad operacional</i>	Reducción significativa del número de incidentes graves.
<i>Análisis de costo/beneficio</i>	La justificación de este elemento gira enteramente alrededor de la seguridad operacional y la aplicación de ALARP (tan bajo como sea razonable) en la gestión del riesgo.

3. **PROCEDIMIENTOS NECESARIOS (AIRE Y TIERRA)**

3.1 Los PANS-ATM contienen disposiciones pertinentes. Además, periódicamente se deben analizar los datos y las circunstancias de cada alerta para identificar y corregir cualquier deficiencia en las redes de seguridad terrestres, el diseño del espacio aéreo y los procedimientos ATC.

4. CAPACIDAD NECESARIA DEL SISTEMA

4.1 Aviónica

4.1.1 Las aeronaves deberían tener medios para vigilancia cooperativa usando tecnología existente tal como el transpondedor Modo C/S y la ADS-B out.

4.2 Sistemas terrestres

4.2.1 Las dependencias de ATS que presten servicios de vigilancia deben estar equipadas con redes de seguridad terrestres, apropiadas y optimizadas para su entorno.

4.2.2 Debería disponerse de medios externos al sistema para apoyar el análisis de cada alerta de seguridad operacional.

5. ACTUACIÓN HUMANA

5.1 Consideraciones de factores humanos

5.1.1 Las alertas generadas normalmente deberían ser apropiadas y oportunas, y el controlador debería saber en qué circunstancias pueden ocurrir interacciones con prácticas normales de control o con redes de seguridad de a bordo. Los dos problemas principales relativos a la actuación humana están relacionados con las alertas falsas, que deberían limitarse al mínimo, y el tiempo que da la advertencia legítima, que debería ser suficiente como para permitir que se complete el procedimiento.

5.1.2 El uso de las redes de seguridad terrestres dependerá de la confianza que tenga el controlador. La confianza es el resultado de muchos factores tales como fiabilidad y transparencia. No son deseables ni la desconfianza, ni el exceso de confianza; se necesitan instrucción y experiencia para desarrollar confianza al nivel apropiado.

5.2 Requisitos de instrucción y competencia

5.2.1 Los controladores deben recibir instrucción específica sobre las redes de seguridad terrestres y ser evaluados como competentes en el uso de redes de seguridad terrestres pertinentes y técnicas de recuperación.

6. ACTIVIDADES DE IMPLANTACIÓN Y DEMOSTRACIÓN (AL MOMENTO DE REDACTARSE ESTA NOTA)

6.1 Uso actual

6.1.1 La mayor parte de las dependencias de servicios de tránsito aéreo en el mundo que prestan servicios de vigilancia y que están usando sistemas de vigilancia recientes, ya están equipadas con redes de seguridad terrestres que, en principio, son aptas para los fines. No obstante, en muchos casos la falta de experiencia y de herramientas, o el conflicto de prioridades para los escasos recursos, hacen que esas redes de seguridad sean inefectivas.

6.2 Pruebas planificadas o en curso

6.2.1 No se requiere validación general.

7. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

7.1 Normas

Especificaciones de EUROCONTROL para STCA, APW, MSAW y APM, que se encuentran en el sitio <http://www.EUROCONTROL.int/safety-nets>

7.2 Procedimientos

PANS-ATM (Doc 4444), secciones 15.7.2 y 15.7.4

7.3 Textos de orientación

Textos de orientación de EUROCONTROL sobre STCA, APW, MSAW y APM, disponibles en <http://www.EUROCONTROL.int/safety-nets>

— — — — —

APÉNDICE C

MÓDULO NÚM. B1-102: REDES DE SEGURIDAD TERRESTRES PARA LA APROXIMACIÓN

Resumen	Mayor seguridad operacional reduciendo el riesgo de accidentes de impacto contra el suelo sin pérdida de control en la aproximación final, mediante el uso de un monitor de trayectoria de aproximación (APM). El APM alerta al controlador sobre un mayor riesgo de impacto contra el suelo sin pérdida de control durante la aproximación final. El mayor beneficio es una reducción significativa del número de accidentes graves.	
Impacto principal en el rendimiento según el Doc 9854	KPA-10 – Seguridad operacional	
Entorno operacional/fases de vuelo	Aproximación	
Consideraciones de aplicabilidad	Este módulo aumentará la seguridad operacional durante la aproximación final, en particular en los lugares en donde el terreno u obstáculos representan riesgos. Los beneficios aumentan a medida que aumenta la densidad y complejidad del tránsito.	
Componentes del concepto mundial según el Doc 9854	CM – gestión de conflictos	
Iniciativas del Plan mundial (GPI)	GPI-9: Conciencia situacional GPI-16: Sistemas de apoyo para la toma de decisiones y sistemas de alerta	
Interdependencias principales	B0-102	
Lista de verificación del estado de preparación mundial		Situación (disponible o fecha prevista)
	Estado de preparación de las normas	No se aplica
	Disponibilidad de la aviónica	Disponible
	Disponibilidad de los sistemas terrestres	Est. 2014
	Procedimientos disponibles	Est. 2014
	Aprobaciones de operaciones	Est. 2014

1. NARRATIVA

1.1 Consideraciones generales

El objetivo de este módulo es aumentar significativamente la efectividad de las redes de seguridad terrestres.

1.2 Base

1.2.1 El módulo B0-102 establece la base. No obstante, podrán implantarse como un solo paquete el sistema básico y las mejoras que incluye este módulo.

1.3 Cambios introducidos por el módulo

1.3.1 En este módulo se suma el monitor de trayectoria de aproximación (APM) a las redes de seguridad previstas en el Módulo B0-102. El APM advierte al controlador sobre un mayor riesgo de accidentes de impacto contra el suelo sin pérdida de control al generar, oportunamente, una alerta de proximidad del terreno u obstáculos durante la aproximación final.

1.3.2 En este módulo se propone una versión optimizada del APM, que actualmente minimiza el número de alertas indeseadas y falsas mediante el uso de un modelo preciso de trayectoria de aproximación.

2. MEJORAS OPERACIONALES PREVISTAS/MÉTRICA PARA DETERMINAR EL ÉXITO

<i>Seguridad operacional</i>	Reducción significativa del número de accidentes graves
<i>Análisis de costo/beneficio</i>	La justificación de este elemento gira enteramente alrededor de la seguridad operacional y la aplicación de ALARP (tan bajo como sea razonable) en la gestión del riesgo).

3. PROCEDIMIENTOS NECESARIOS (AIRE Y TIERRA)

3.1 Es necesario revisar y complementar las disposiciones aplicables de los PANS-ATM, Doc 4444.

4. CAPACIDAD NECESARIA DEL SISTEMA

4.1 Aviónica

4.1.1 Las aeronaves deberían contar con medios para la vigilancia cooperativa usando tecnología existente tal como el transpondedor Modo C/S y la ADS-B out. La consideración debería ser extensiva a todos los vehículos aéreos (tripulados y no tripulados) que vayan a operar dentro del espacio aéreo controlado, o cerca de él.

4.2 Sistemas terrestres

4.2.1 Cuando sea apropiado, debería agregarse al sistema de ATS la función de seguimiento de la trayectoria de aproximación. El recurso de alertas de seguridad externas al sistema debería actualizarse para incluir este tipo de alertas.

5. ACTUACIÓN HUMANA

5.1 Consideraciones de factores humanos

5.1.1 Las alertas generadas normalmente deberían ser apropiadas y oportunas, y el controlador debería saber en qué circunstancias pueden ocurrir interacciones con prácticas normales de control o con redes de seguridad de a bordo.

5.1.2 Los dos problemas principales relativos a la actuación humana están relacionados con las alertas falsas, que deberían limitarse al mínimo, y el tiempo que da la advertencia legítima, que debería ser suficiente como para permitir que se complete el procedimiento.

5.1.3 El uso de las redes de seguridad terrestres dependerá de la confianza que tenga el controlador. La confianza es el resultado de muchos factores tales como fiabilidad y transparencia. No son deseables ni la desconfianza, ni el exceso de confianza; se necesitan instrucción y experiencia para desarrollar confianza al nivel apropiado.

5.2 Requisitos de instrucción y competencia

5.2.1 Los controladores deben recibir instrucción específica sobre las redes de seguridad terrestres y ser evaluados como competentes en el uso de redes de seguridad terrestres pertinentes y técnicas de recuperación.

6. ACTIVIDADES DE IMPLANTACIÓN Y DEMOSTRACIÓN (AL MOMENTO DE REDACTARSE ESTA NOTA)

6.1 Ensayos planificados o en curso

EUROPA: En el programa SESAR se están desarrollando mejoras en las redes de seguridad terrestres tales como algoritmos con varias hipótesis y el uso de parámetros obtenidos de la aeronave. Los ensayos de las funciones empezaron en 2011.

7. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

7.1 Normas

Especificaciones de EUROCONTROL para STCA, APW, MSAW y APM que encuentran en el sitio <http://www.EUROCONTROL.int/safety-nets> (por complementar)

7.2 Procedimientos

Doc 4444 de la OACI, *Procedimientos para los servicios de navegación aérea — Gestión del tránsito aéreo*, párrafos 15.7.2 y 15.7.4 (se revisarán y complementarán).

7.3 Textos de orientación

- Textos de EUROCONTROL para STCA, APW, MSAW y APM, disponibles en el sitio <http://www.EUROCONTROL.int/safety-nets> (por complementar);
- Manual de la OACI sobre las redes de seguridad terrestres (por elaborar).

— — — — —

APÉNDICE D

MÓDULO NÚM. B2-101: NUEVO SISTEMA ANTICOLISIÓN

Resumen	Implantación de un sistema anticolidión de a bordo (ACAS) adaptado para las operaciones basadas en la trayectoria, con una mejor función de vigilancia apoyada por la ADS-B y lógica anticolidión adaptable para reducir las alertas falsas y minimizar las desviaciones. La instalación de un nuevo sistema de advertencia de colisión hará más eficientes las operaciones y los futuros procedimientos del espacio aéreo, respetando al mismo tiempo las reglas de seguridad operacional. El nuevo sistema diferenciará con precisión las alertas necesarias y las falsas, lo cual reducirá la carga de trabajo del controlador ya que el personal dedicará menos tiempo a responder a las alertas falsas. Esto tendrá como resultado una reducción en la probabilidad de una cuasi colisión en vuelo.	
Impacto operacional principal según el Doc 9854	KPA-02 – Capacidad, KPA-10 – Seguridad operacional	
Entorno operacional/fases de vuelo	Todos los espacios aéreos	
Consideraciones de aplicabilidad	Los beneficios de seguridad y operacionales aumentarán al aumentar la proporción de aeronaves equipadas. El estudio de seguridad deberá realizarse cuidadosamente.	
Componentes del concepto mundial según el Doc 9854	CM – gestión de conflictos	
Iniciativas del Plan mundial (GPI)	GPI-2: Separación vertical mínima reducida GPI-9: Conciencia situacional GPI-16: Sistemas de apoyo para la toma de decisiones y sistemas de alerta	
Dependencias principales	B0-101, B1-102 y B1-85	
Lista de verificación del estado de preparación mundial		Situación (disponible o fecha prevista).
	Estado de preparación de las normas	Est. 2023
	Disponibilidad de la aviónica	Est. 2023
	Disponibilidad de infraestructura	N/A
	Disponibilidad de la automatización en tierra	√
	Procedimientos disponibles	√
	Aprobaciones de operaciones	√

1. NARRATIVA

1.1 Consideraciones generales

1.1.1 El sistema anticolidión de a bordo actual – ACAS II mitiga efectivamente el riesgo de colisión en vuelo. Los estudios de seguridad indican que el ACAS II reduce este riesgo un 75 – 95% en encuentros con aeronaves equipadas con un transpondedor (únicamente) o con ACAS II respectivamente. Sin embargo, para alcanzar este alto nivel de seguridad, los criterios de alerta utilizados por el ACAS II a menudo se superponen a la separación horizontal y vertical asociada a muchos procedimientos seguros y

legales del espacio aéreo. Los datos de vigilancia del ACAS II de Estados Unidos indican que hasta el 90% de los avisos de resolución (RA) observados se deben a la interacción entre los criterios de generación de alertas del ACAS II y procedimientos normales de separación de ATC (por ej. la separación de 500 pies IFR/VFR, procedimientos visuales de aproximación paralela, nivelación con velocidad vertical elevada a 1,000 pies por encima/debajo del tránsito en IFR, o procedimientos de circuito de tránsito VFR). Para lograr la eficiencia prevista en el espacio aéreo futuro, puede requerirse una reducción en los umbrales de alertas anticolidión, para reducir más la separación y al mismo tiempo minimizar las alertas falsas. Los exámenes iniciales de procedimientos NextGen tales como las operaciones en pistas paralelas de separación reducida (CSPO) o el uso de la separación de 3 millas náuticas en ATC en ruta indican que el rendimiento actual del ACAS probablemente no será suficiente para apoyar estos procedimientos futuros. Como resultado, se requiere un nuevo enfoque en los sistemas anticolidión.

1.2 **Base**

1.2.1 La base de este módulo es el resultado de las mejoras a corto plazo del ACAS implementado en el módulo B0-101.

1.3 **Cambios introducidos por el módulo**

1.3.1 La implantación de un mejor sistema anticolidión de a bordo debe minimizar las alertas falsas, manteniendo los actuales niveles de seguridad. Además, este nuevo sistema debe poderse adaptar más rápidamente a los cambios en los procedimientos del espacio aéreo y al entorno.

1.3.2 Este sistema sucesor debería tener capacidad para manejar separaciones mínimas reducidas y otros procedimientos nuevos del espacio aéreo tales como las trayectorias 4D o aplicaciones del ACAS, así como las particularidades de nuevos vehículos, en particular las aeronaves pilotadas a distancia (RPA).

1.3.3 La implantación de un nuevo sistema anticolidión de a bordo hará más eficientes las operaciones y los procedimientos de vuelo futuros, respetando al mismo tiempo las reglas de seguridad operacional. Los nuevos sistemas diferenciarán con precisión las alertas necesarias y las falsas en las separaciones horizontal y vertical previstas en procedimientos futuros. Esta mejor diferenciación reducirá la carga de trabajo del personal de ATC, ya que éste dedicará menos tiempo a responder a las alertas falsas.

1.3.4 Estos procedimientos de vuelo futuros facilitan la utilización optimizada del espacio aéreo limitado, manteniendo los niveles de seguridad. La modificación de la separación horizontal y vertical permite que las áreas saturadas puedan recibir más aeronaves en todas las áreas de vuelo. El ACAS mejorado facilitará las operaciones en pistas paralelas con separación reducida para aumentar la frecuencia de tránsito terminal y de aeródromo. El nuevo ACAS también aumentará la capacidad en ruta mediante la implantación de la separación mínima de 3 NM.

1.3.5 Además, los criterios y procedimientos de alerta se revisarán en el nuevo sistema anticolidión de a bordo.

1.3.6 La implementación de este módulo depende del trabajo en curso para desarrollar un sucesor de la actual tecnología TCAS.

1.4 Otros comentarios

1.4.1 En los últimos tres años la Administración Federal de Aviación (FAA) de Estados Unidos ha financiado investigación y desarrollo de un nuevo concepto de sistema anticolidión de a bordo. Este concepto aprovecha los adelantos recientes en la programación dinámica y otras técnicas informáticas para general alertas utilizando la optimización de los avisos de resolución con datos externos. En este concepto se usan muchos datos reales de la aeronave para generar un modelo dinámico muy preciso del comportamiento de la aeronave y datos de los sensores. Basándose en una función de costo predeterminada, y usando técnicas de cómputo avanzadas, este proceso genera una tabla optimizada de acciones óptimas basadas en información sobre el intruso. Este concepto reduce significativamente el tiempo y esfuerzo de desarrollo de la lógica al concentrar las actividades de desarrollo en el proceso de optimización y no en cambios iterativos a un pseudocódigo.

2. MEJORAS OPERACIONALES PREVISTAS

2.1 En el *Manual sobre la actuación mundial del sistema de navegación aérea* (Doc 9883) se proponen parámetros para medir el éxito del módulo.

2.2 Entre los parámetros clave se incluyen la probabilidad de que se produzca una cuasi colisión en vuelo (P/NMAC) y la frecuencia de alertas de RA.

<i>Capacidad</i>	Menor uso del espectro 1030/1090 MHz
<i>Seguridad operacional</i>	a) más precisión en los avisos de resolución (RA) para apoyar procedimientos de vuelo futuros tales como nuevas separaciones mínimas, con reducciones de: 1) avisos de resolución; 2) alertas falsas; y b) reducción de la probabilidad de cuasi colisión en vuelo 1) probabilidad de cuasi colisión en vuelo – P(NMAC)

3. PROCEDIMIENTOS NECESARIOS (AIRE Y TIERRA)

3.1 Los procedimientos operacionales necesarios para ACAS futuros figuran en los *Procedimientos para los servicios de navegación aérea – Operación de aeronaves* (Doc 8168) y los *Procedimientos para los servicios de navegación aérea – Gestión del tránsito aéreo* (Doc 4444). La capacidad futura de los ACAS debería apoyar esos procedimientos.

4. CAPACIDAD NECESARIA DEL SISTEMA

4.1 Aviónica

4.1.1 Para aumentar la precisión de los RA y diferenciar mejor las alertas falsas de las legítimas, se requiere una mejor técnica de algoritmos y cómputo, así como hibridación con la ADS-B. Los elementos y requisitos técnicos necesarios figuran en el Anexo 6 — *Operación de aeronaves, Parte I — Transporte aéreo comercial internacional — Aviones* y en el *Manual sobre el sistema anticolidión de a bordo (ACAS)* (Doc 9863).

5. ACTUACIÓN HUMANA

5.1 Consideraciones de factores humanos

5.1.1 Este módulo está en la fase de investigación y desarrollo, así que las consideraciones sobre los factores humanos se están todavía identificando a través de modelización y pruebas beta. Las versiones futuras de este documento contendrán información más específica sobre los procesos y procedimientos necesarios para tener en cuenta las consideraciones de factores humanos. Se hará particularmente énfasis en la identificación de posibles problemas de interfaz entre el ser humano y la máquina y de estrategias de mitigación de altos riesgos para compensarlos.

5.2 Requisitos de instrucción y competencia

5.2.1 Este módulo con el tiempo contendrá una serie de requisitos de instrucción del personal. A medida que se determinen se irán incluyendo en la documentación de apoyo de este módulo, indicándose su importancia. Así mismo, los requisitos de competencia que se recomienden se incluirán entre las necesidades normativas antes de realizar esta mejora operacional.

6. NECESIDADES DE REGLAMENTACIÓN/NORMALIZACIÓN Y PLAN DE APROBACIÓN (AIRE Y TIERRA)

- Reglamentación/normalización: las actualizaciones requeridas para el equipamiento con ACAS y los procedimientos para reducir los umbrales anticolidión en los criterios incluyen:
 - Anexo 6 de la OACI — *Operación de aeronaves, Parte I — Transporte aéreo comercial internacional — Aviones*;
 - Anexo 6 de la OACI — *Operación de aeronaves, Parte II — Aviación general internacional — Aviones*;
 - Anexo 10 de la OACI — *Telecomunicaciones aeronáuticas, Volumen IV — Sistema de radar de vigilancia y sistema anticolidión*; y
 - Doc 4444 de la OACI, *Procedimientos para los servicios de navegación aérea — Gestión del tránsito aéreo*
- Planes de aprobación: por determinar

7. ACTIVIDADES DE IMPLANTACIÓN Y DEMOSTRACIÓN (AL MOMENTO DE REDACTARSE ESTA NOTA)

7.1 Uso actual

7.1.1 El Anexo 6 de la OACI exige ACAS II para ciertas categorías de aeronaves, según el peso máximo de despegue (MTOW) de la aeronave. Actualmente el TCAS II v7 es la especificación mínima de equipo que cumple con la norma del ACAS II. Algunos espacios aéreos requerirán equipo TCAS II, v7.1 a partir de 2015.

7.2 Actividades planificadas o en curso

7.2.1 Cuando se exige o se recomienda a los explotadores instalar un nuevo ACAS, debería tenerse en cuenta el impacto financiero para los explotadores.

Estados Unidos: Se ha previsto para 2012 un ensayo de ACAS para validar la factibilidad operacional en el entorno de PBN.

8. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

8.1 Normas

DO-298 RTCA, *Safety Analysis of Proposed Change to TCAS RA Reversal Logic*.

8.2 Textos de orientación

M. J. Kochenderfer y J. P. Chryssanthacopoulos, “*Robust airborne collision avoidance through dynamic programming*,” Massachusetts Institute of Technology, Lincoln Laboratory, Project Report ATC-371, 2010.

8.3 Documentos de aprobación

- Anexo 6 de la OACI — *Operación de aeronaves, Parte I — Transporte aéreo comercial internacional — Aviones*
- Anexo 6 de la OACI — *Operación de aeronaves, Parte II — Aviación general internacional — Aviones*
- Anexo 10 de la OACI — *Telecomunicaciones aeronáuticas, Volumen IV — Sistema de radar de vigilancia y sistema anticolidión*
- Doc 4444 de la OACI, *Procedimientos para los servicios de navegación aérea — Gestión del tránsito aéreo*

— FIN —