

Sistemas anticolidión de a bordo

¿Son realmente necesarios?

PEDRO A. GARCIA SIPOLS
Capitán de Aviación

CUALQUIER noticia que tenga que ver con algún tipo de catástrofe o posibilidad de la misma relacionada con la aviación tiene una elevada influencia a nivel general. A dicha alarma contribuye sin duda alguna el elevado número de víctimas que se suelen producir. Si consideramos el volumen actual de tráfico aéreo, la incidencia de colisiones aéreas es estadísticamente pequeña. Sólo un 2% de los accidentes aéreos son consecuencia de colisiones en el aire. Entre 1938 y 1986, de 1.868 accidentes relacionados con el transporte aéreo, 50 se debieron a este motivo. Desde la Segunda Guerra Mundial en Europa sólo ha habido dos colisiones entre aviones de línea debidas a algún error de los sistemas de control aéreo. Aún así cualquier incidente de estas características es considerado como intolerable en términos de opinión pública. Se espera que el tráfico aéreo se duplique en los próximos 15 años y se-

gún cálculos de la IATA (Asociación del Transporte Aéreo Internacional) entre 1997 y el 2001 se va a producir un crecimiento medio anual del 6,6% en el número de pasajeros transportados. Esto puede hacer suponer que el número de incidentes relacionados con colisiones aéreas puede sufrir un aumento y de ahí la creciente importancia que se le está dando al empleo de medios que eviten esta situación. Uno de éstos sistemas es el ACAS (Sistema Anticolisión de a Bordo).

HISTORIA Y ANTECEDENTES

En los años cincuenta se produjo un fuerte crecimiento del transporte aéreo, fundamentalmente en los Estados Unidos. Las colisiones aéreas comenzaron a aumentar, produciéndose de dos a tres casos anuales. A pesar de que los sistemas de control aéreo habían mejorado sustancial-

mente el problema continuaba sin solucionarse. En 1956 un Douglas DC-7 y un Super Constellation chocaron cuando sobrevolaban el Gran Cañón del Colorado (Estados Unidos) estando en condiciones meteorológicas de vuelo visual. Ya un año antes, conjuntamente la RTCA (Comisión Radiotécnica Aeronáutica), la ATA (Asociación del Transporte Aéreo) y el predecesor del IEEE (Instituto de Inge-

nieros Eléctricos y Electrónicos) habían instado a la industria aeronáutica a que desarrollase un sistema denominado Sistema Anticolisión de a Bordo, ACAS, capaz de detectar aeronaves que pudieran ser causa de un conflicto de colisión. La alarmada opinión pública norteamericana tuvo un papel fundamental y el Congreso forzó a la FAA (Administración de Aviación Federal) para que implantase los medios anticolidión desarrollados hasta el



*El espacio aéreo
está cada vez
más congestionado
con el consiguiente riesgo
de un mayor número
de colisiones aéreas.*

momento. Inicialmente eran sistemas no cooperativos basados en técnicas radar y que dependían de una tecnología que no estaba todavía a la altura de lo que se le requería.

Ya en los años sesenta se llegó a la conclusión de que el sistema debía ser cooperativo, es decir, las aeronaves involucradas tenían que suministrar algún tipo de información sobre su posición relativa. En 1969 la compañía Bendix estuvo a punto de poner en funcionamiento el CAS (Sistema de Evitación de Colisiones). Este sistema se basaba en técnicas Doppler e incluía un reloj de a bordo, un computador y un transmisor-receptor, mientras que desde tierra la precisión y sincronización del reloj se aseguraba mediante un reloj atómico.

A mediados de los setenta fue fundamental la llegada del Sistema de Radar Secundario con el Modo C (información de altitud) para los sistemas de control aéreo. En 1974 la FAA presionada por el Congreso, comenzó a emplear la información de los respondedores de a bordo, de modo que las interrogaciones entre aviones suministraban datos de dirección, distancia y altitud de las posibles aeronaves conflictivas. A este nuevo concepto se le denominó BCAS (Sistema Emisor de Evitación de Colisiones), pero tenía problemas para controlar los numerosos tránsitos que se dan en áreas de alta densidad de tráfico, donde originaba un gran número de respuestas no deseadas en otras aeronaves. Así nació otro sistema basado en tierra, denominado ATARS (Servicio de Avisos de Tráfico y Resolución Automático), pensado fundamentalmente para áreas terminales. Mientras tanto las investigaciones llevadas a cabo para solucionar los problemas del BCAS llevaron a la aparición de los primeros respondedores Modo S.

A principios de 1981 la FAA presenta oficialmente el BCAS. En mayo de ese mismo año el sistema era descartado y el 23 de junio se presenta el TCAS (Sistema de Evitación de Colisiones con Tráficos). Éste es el nombre con el que es comercializado y más conocido, pues según la OACI (Organización de Aviación Civil Internacional) su denominación oficial es la de ACAS. En agosto de 1986 se



Situación en la que una aeronave intrusa se encuentra a menos de 5 millas, a las 11:00 de posición, 300 pies por debajo y manteniendo nivel. La maniobra recomendada es un ascenso entre 1.500 y 2.000 pies por minuto indicada por el código de luces.

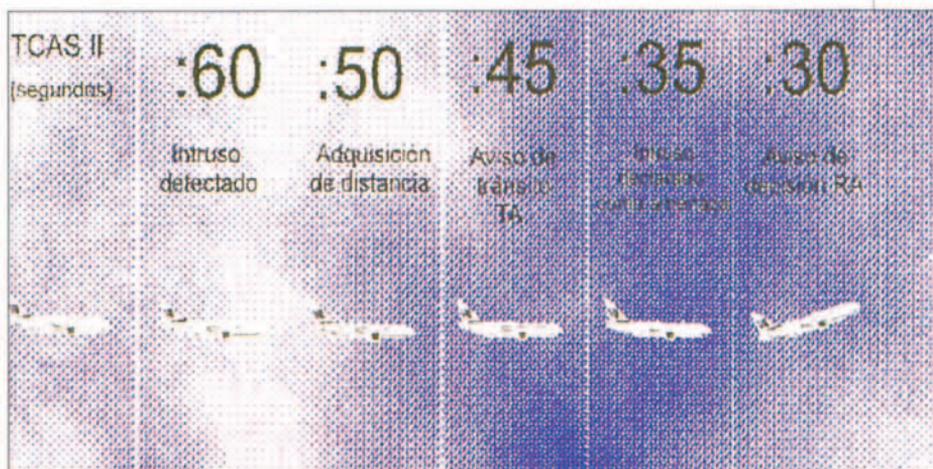
produce un hecho fundamental en la historia de este sistema. Un avión de la compañía aérea Aeroméxico choca en el aire con una Piper PA-28 sobre Cerritos en California, mueren 82 personas. Al año siguiente el Congreso ordena que todos los aviones de más de 30 pasajeros instalen un TCAS, convirtiéndose inicialmente dicha norma en obligatoria para el 31 de diciembre de 1993, aunque finalmente fue retrasada al 1 de enero de 1995.

DESCRIPCIÓN BÁSICA DEL SISTEMA

Como se ha dicho antes, el TCAS es un sistema autónomo anticolidión instalado en la aeronave y su funciona-

miento se basa en los respondedores instalados a bordo. Ésto significa que aquellas aeronaves que no tengan activado su respondedor son invisibles para el TCAS. Opera independientemente de los sistemas instalados en tierra utilizados por los servicios de tránsito aéreo para la prevención de colisiones. Facilita información de posición y altitud relativas con respecto a la propia aeronave de los tráficos colindantes, así como asistencia en la resolución de conflictos potenciales incluyendo las maniobras evasivas a seguir en caso de riesgo de colisión.

El alcance y grado de protección dependerá del equipo que lleven las posibles aeronaves conflictivas. El sistema interpreta de acuerdo con el alcance



que quiera seleccionar el piloto aquellas aeronaves que por su trayectoria y posición relativa son intrusas y de acuerdo con unos algoritmos normalizados decide las que pueden ser una amenaza. El sistema proporciona dos tipos de avisos, Avisos de Tránsito o Tráfico (TAs) que son indicaciones sobre la posición relativa de aquellas aeronaves con respondedor que pueden llegar a convertirse en una amenaza y Avisos de Decisión o Resolución (RAs) que consisten en maniobras evasivas verticales recomendadas o restricciones a maniobras verticales con respecto a aeronaves equipadas con respondedores con Modo C o S (que proporcionan información de altitud). Éstos son presentados visualmente y complementados por un sistema sonoro de voz sintética.



Presentación en cabina de una amenaza a menos de 2 millas, a las 12:00 de posición y al mismo nivel (ésta dará un Aviso de Decisión RA) y una posible amenaza a las 10:00 de posición, 500 pies por debajo y ascendiendo (ésta dará inicialmente un Aviso de Tránsito TA).

MODELOS DE TCAS

TCAS 1. Se trata de una presentación en una pequeña pantalla para asesoramiento de tráficos que indica distancia y rumbo. También proporciona información de altitud relativa si la aeronave conflictiva está equipada con un respondedor con Modo C o S.

TCAS 2. Comenzó a ser evaluado en 1982, siendo certificados los primeros modelos por la FAA en 1990. La aeronave ha de estar equipada con un respondedor con Modo S. Proporciona tanto Avisos de Tránsito (TAs) como Avisos de Decisión (RAs). De-



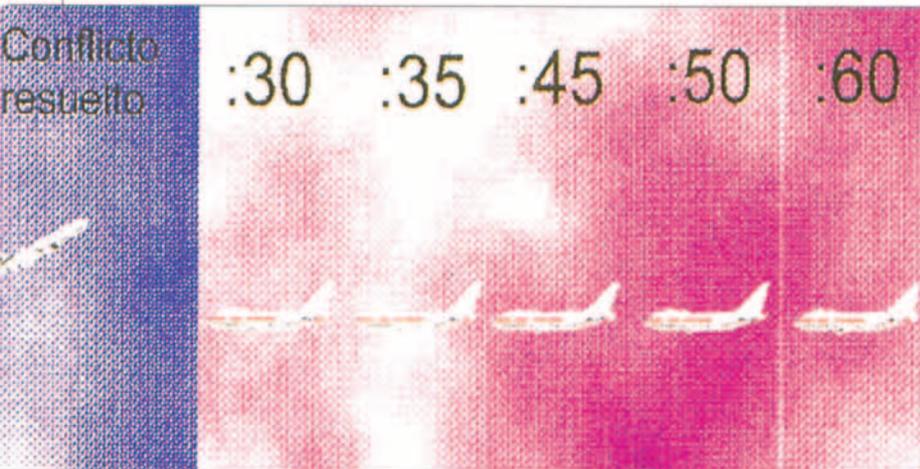
Variómetro de Kollsman con presentación de Avisos de Decisión RAs.

termina la distancia, rumbo y altitud relativa de aquellas aeronaves con respondedor funcionando en Modo C o S. Con esos datos determina el nivel de riesgo de colisión mediante el uso de algoritmos normalizados. Lógicamente no puede dar Avisos de Decisión (RAs) con respecto a aquellas aeronaves equipadas con respondedores Modo A al no proporcionar éstos información de altitud. En el caso de conflicto con otra aeronave equipada con TCAS 2 ambas coordinan la maniobra. El funcionamiento básicamente sería el siguiente: La primera en detectar al posible conflicto toma la iniciativa de modo que si por ejemplo decide un Aviso de Decisión (RA) que indica una maniobra de ascenso, coordina con el TCAS 2 de la otra aeronave para que éste dé un Aviso de Decisión (RA) que indique un descenso. De esta

manera se consigue evitar que la situación se pueda ver agravada porque ambos equipos recomienden la misma maniobra y además se consigue que la separación sea máxima.

TCAS 3. El siguiente paso era que además se pudieran conseguir maniobras de evasión en el plano horizontal. El TCAS 3 suponía entre otras mejoras el pasar de una precisión direccional de ± 15 grados del TCAS 2 a una de ± 2 grados, siendo la transmisión y recepción de datos entre equipos direccional a diferencia del TCAS 2 donde sólo lo es la recepción. En septiembre de 1993 la FAA abandonó el programa TCAS 3 fundamentalmente debido a las interferencias causadas por la estructura del avión y de aquellas antenas localizadas cerca de la antena del TCAS. Nace entonces el Programa TCAS 2000 a partir del cual surge entre otros el TCAS 4. Aunque con la denominación TCAS 2000 también se conocen algunas versiones mejoradas del TCAS 2.

TCAS 4. En mayo de 1995 la División de Transporte Aéreo de Rockwell Collins hizo pública la noticia de que estaba desarrollando un TCAS 4 con



Ejemplo de una secuencia anticolidión.



Procesador TCAS de Bendix/King, antenas, respondedor y dos tipos de presentación. El de la izquierda es un variómetro con una presentación integrada de Avisos de Tránsito (TA,s) y Avisos de Resolución (RA,s). El de la derecha presenta Avisos de Decisión (RA,s) mediante un código de luces.

el fin de presentar un prototipo para la FAA en diciembre de 1999. Éste basaría las maniobras evasivas horizontales en estaciones diferenciales GPS (DGPS) y la información de las estaciones del sistema ADS (Vigilancia Dependiente Automática). La FAA esperaba para diciembre del 2000 la instalación limitada de equipos TCAS 4 para su evaluación, aunque no hay ninguna decisión firme al respecto.

Actualmente están comercializados los modelos TCAS 1 y 2. Sólomente cuatro compañías americanas construyen estos equipos: Rockwell Collins, Honeywell, Allied Signal (Bendix King) y BF Goodrich (ésta última sólo TCAS 1). Dichas compañías no parecen estar muy dispuestas a compartir un prometedor mercado (sobre todo si se obliga su empleo a nivel mundial) con nadie más. El software necesario es complejo y los costes de desarrollo y evaluación para conseguir un producto mínimamente aceptable serían demasiado elevados para un posible competidor. Es un equipo caro cuyo precio se ve incrementado por la necesidad de incluir respondedores Modo S en el caso de los TCAS 2.

IMPLANTACIÓN DEL SISTEMA A NIVEL MUNDIAL

En Estados Unidos es obligatorio desde el 1 de enero de 1995 que las aeronaves civiles con más de 30 pa-

sajeros lleven un TCAS 2. Las aeronaves que transporten entre 10 y 30 pasajeros han de contar con un TCAS 1 desde el 31 de diciembre de 1995. El único avión que ha podido operar hasta ahora en Estados Unidos sin contar con este equipo ha sido el Concorde debido a que tenía graves problemas de interferencias que están siendo solventados en la actualidad.

En Europa la situación es completamente diferente a Estados Unidos donde el 80% de los movimientos aéreos se realizan fuera de espacio aéreo controlado y se corresponden con aviación general. El 80% del tráfico europeo consiste en aviación de transporte en espacio aéreo controlado. Entre el 1 de abril de 1995 y el 31 de diciembre de 1995, y dentro del marco del programa de evaluación a nivel mundial del sistema patrocinado por la OACI, se realizó un seguimiento dirigido a obtener una información más completa para el funcionamiento efectivo del sistema en Europa. La política europea en torno al ACAS obliga a llevar y operar de acuerdo con los SARPs (Normas y Métodos Recomendados) de la OACI en el espacio aéreo de los estados miembros de la ECAC (Conferencia Europea de Aviación Civil). El calendario de implantación diseñado inicialmente obliga a partir del 1 de enero del 2000 a equipar con un ACAS 2 todas las aeronaves civiles de ala fija y motor de turbina cuyo peso máximo al despegue exceda de 15.000 Kg. o con una configuración aproba-



Presentación TACAS sobre EFIS (Sistema de instrumentos de vuelo electrónico) de NEOAV.

AVISOS SEGUN EL TIPO DE TCAS

		EQUIPO DEL AVION PROPIO			
		TCAS 1	TCAS 2	TCAS 3 (Cancelado)	TCAS 4
EQUIPO DEL AVION EN CONFLICTO	Respondedor Modo A	TA	TA	TA	TA
	Respondedor modo C ó S	TA	TA VRA	TA VRA HRA	TA VRA HRA
	TCAS 1	TA	TA VRA	TA VRA HRA	TA VRA HRA
	TCAS 2	TA	TA VRA TTC	TA VRA HRA TTC	TA VRA HRA TTC
	TCAS 3 (Cancelado)	TA	TA VRA TTC	TA VRA HRA TTC	TA VRA HRA TTC
	TCAS 4	TA	TA VRA TTC	TA VRA HRA TTC	TA VRA HRA TTC

TAAviso de tránsito
 VRA.....Aviso de decisión vertical
 HRAAviso de decisión horizontal
 TTC.....Coordinación entre tránsitos con TCAS

da de más de 30 pasajeros. A partir del 1 de enero del 2005 se requerirá que estén equipadas con un ACAS 2 todas las aeronaves civiles de ala fija y motor de turbina cuyo peso máximo al despegue exceda de 5.700 Kg. o con una configuración aprobada de más de 19 pasajeros.

En enero de 1996 el Ministro de Transportes de Japón ordenó la instalación de equipos anticolidión en aquellos transportes que lleven más de 30 pasajeros y en los aviones de carga con peso máximo al despegue superior a 15.000 Kg. En aquel momento de los 406 aviones que tenían que cumplir esta normativa ya contaban con TCAS un total de 261 aeronaves.

En mayo de 1996 se hizo pública la intención de obligar en Australia a equipar con sistemas anticolidión de a bordo a sus aeronaves en términos similares a los actualmente en vigor en Estados Unidos. Recientemente se han producido al menos seis incidentes serios resueltos únicamente porque una de las aeronaves involucradas contaba con un TCAS.



Presentación TCAS de Fokker en la que la guía para maniobras verticales se encuentra en la presentación primaria de vuelo. En la imagen de navegación (abajo) se muestra al tránsito intruso.

Según la IFALPA (Federación Internacional de Asociaciones de Pilotos de Líneas Aéreas) la situación de África, con un incremento del tráfico aéreo a un ritmo entre el 6 y 8% al año, es crítica. La OACI está considerando la obligatoriedad del empleo del TCAS en dicha zona. En septiembre de 1997 colisionaron un C-141 "Starlifter" de la USAF con un Tupolev Tu-154 de la Luftwaffe cerca de la costa de Angola muriendo 33 personas. El choque se produjo a unos 35.000 pies y parece ser que entre las posibles causas podría haber un fallo de comunicaciones entre dependencias de control.

OTROS EMPLEOS

Además del uso del TCAS como sistema anticolidión éste puede tener otros usos entre los que se incluyen algunos militares. Un punto que conviene resaltar es que toda la reglamentación relativa a este sistema afecta exclusivamente a las aeronaves civiles. Esto significa que las aeronaves mili-



El 12 de noviembre de 1996 colisionaron en el aire a 14.000 pies, cerca de Nueva Delhi (India), un Boeing 747 de las Líneas Aéreas de Arabia Saudí con 312 personas a bordo y un Ilyushin Il-76 de las Líneas Aéreas de la República de Kazajastán con 38, convirtiéndose en la mayor catástrofe de la historia de la aviación en accidentes de este tipo. Con que una de las aeronaves hubiese estado equipada con un sistema anticolidión de a bordo posiblemente esta tragedia podría haberse evitado.

tares aunque realicen labores de transporte no están obligadas a instalar dichos equipos. No obstante gran parte de la flota de transporte y reabastecimiento en vuelo y los nuevos aviones de transporte militares norteamericanos cuentan en su aviónica con sistemas TCAS. Este sistema forma parte del programa de modernización de los aviones de enseñanza T-38 "Talon" de la USAF, prueba de que la formación de los pilotos de combate norteamericanos va a incluir el entrenamiento en el empleo del TCAS.

En 1993 la compañía Allied Signal ofreció una serie de empleos puramente militares basados en el uso del TCAS. Las propuestas incluían procedimientos de reunión, reabastecimiento en vuelo, formaciones sin visibilidad y lanzamiento de cargas. Parece ser que la USAF no está satisfecha con los actuales procedimientos basados en técnicas radar. Para el lanzamiento de cargas se emplearía un respondedor en tierra que podría incorporar un Modo S para comunicaciones. Tiene el inconveniente de que al ser un sistema activo no es discreto, pero tampoco lo es el empleo del radar. Actualmente se está trabajando en un TCAS mejorado en las instalaciones que Allied Signal tiene en Fort Lauderdale (Florida).

La Guardia Costera norteamericana emplea desde 1995 el TCAS en algunas de sus aeronaves para efectuar el seguimiento de aquellos aparatos que vuelan a baja cota durante la realización de misiones de búsqueda y salvamento.

En 1994 la FAA inició un programa de evaluación del empleo del TCAS para la realización de ascensos y descensos en rutas oceánicas (In-Trail Climb/Descent Program). Con ello se pueden conseguir unos considerables ahorros de combustible así como un mejor aprovechamiento del espacio aéreo. En abril de 1994 se realizó por primera vez un ascenso en crucero de este tipo entre dos aviones de United Airlines sobre el Pacífico. En las rutas oceánicas las separaciones laterales actuales suelen oscilar entre las 60 y 100 millas y las longitudinales para poder efectuar un ascenso o descenso pueden oscilar entre las 60 y 160 millas. Ello supone que un avión puede verse im-

posibilitado para realizar ascensos o descensos que le permitan alcanzar niveles de vuelo con el fin de optimizar el empleo de su aeronave. Con este procedimiento esta distancia se reduce a 20 millas. Las tres primeras compañías autorizadas por la FAA para realizar este tipo de ascensos en crucero en el Pacífico fueron American, Delta y United Airlines. La primera en poder efectuar también descensos en crucero fue Hawaiian Airlines en noviembre de 1996. La certificación es válida en el Pacífico y exige que el avión, la compañía y la tripulación estén autorizados, por lo que un avión de estas compañías no puede efectuar este procedimiento con uno de otra compañía que no esté certificada y su tripulación no haya sido entrenada a pesar de contar con un TCAS.

PILOTOS Y CONTROLADORES, ¿CONFLICTO DE INTERESES?

Este sistema no ha gozado precisamente de una aceptación unánime entre las diferentes partes afectadas por su empleo. Los controladores se han mostrado, en general bastante reticentes. A ello han contribuido las falsas alarmas generadas por las primeras versiones. Actualmente el software empleado es la denominada versión 6.04 y se espera que la RTCA apruebe para 1998 la versión 7.0 que reduciría el número de Avisos de Decisión (RA,s) innecesarios entre un 25% y un 30%. Además hay que añadir el empleo erróneo del equipo por los pilotos debido a una falta de entrenamiento y que ha llevado a situaciones conflictivas cuando inicialmente no lo eran. Actualmente no existe otro medio que la comunicación del piloto para saber que una traza está efectuando una maniobra evasiva en virtud de un Aviso de Decisión (RA), con lo que el controlador es obviado precisamente en la razón fundamental de su existencia. Ésta última es una de las principales quejas, pues si no se produce la comunicación del piloto, lo cual era bastante frecuente al principio, pueden llegar a pasar hasta cinco segundos antes de que el siguiente barrido del radar muestre al controlador que una traza se ha desviado con respecto a la trayectoria correspondiente a su plan de

vuelo. En el verano de 1996 se iniciaron una serie de pruebas en el Aeropuerto Logan de Boston encaminadas a que los controladores sean informados automáticamente cuando un avión realiza una maniobra en virtud de un Aviso de Decisión (RA).

Por su parte los pilotos están claramente a favor de su empleo dado que incrementa sustancialmente la seguridad y confianza al tener una visualización de los tráficos colindantes. Se calcula que el TCAS 2 puede reducir en ocho veces el riesgo de colisión. Aun así existe cierto grado de preocupación por el uso dado al sistema que se hizo patente en la reunión anual de la IFALPA (Federación Internacional de Asociaciones de Pilotos de Línea Aérea) que tuvo lugar en Dublín entre el 20 y 23 de marzo de 1996. Entre los puntos que se trataron se encontraba el empleo de los sistemas anticolidión para usos diferentes a los que están diseñados con los riesgos inherentes que conllevan y la falta de una normalización en el entrenamiento de las tripulaciones. Con frecuencia los pilotos no cumplen con los Avisos de Decisión (RAs) si establecen contacto visual con el tráfico en conflicto o coordinan con los servicios de control. En un estudio hecho público en septiembre de 1993, tras el análisis de 4.100 informes de pilotos y 6.200 informes de controladores recopilados entre el 1 de enero de 1990 y el 31 de marzo de 1993 (cuando se usaba el primer software versión 6.0) se llegó a la conclusión de que los pilotos maniobraban su aeronave en virtud de un Aviso de Decisión (RA) en el 60% de las ocasiones. Según un informe de la FAA hecho público en agosto de 1996, tras la introducción del software 6.04 esta cifra ya había aumentado al 68%.

Se abre pues el debate de si se debe considerar o no como obligatoria la maniobra recomendada por un Aviso de Decisión (RA). Actualmente los procedimientos a seguir por los pilotos, publicados en las Circulares de Información, pueden resumirse en: no maniobrar la aeronave en respuesta a un Aviso de Tránsito (TA) únicamente; en el caso de un Aviso de Decisión (RA) intentar una exploración visual si las condiciones lo permiten; notificar la maniobra realizada al servicio de



Los T-17 (Boeing 707) del 45 Grupo son los únicos aviones del Ejército del Aire equipados con TCAS.

control cuanto antes y alterar la trayectoria lo mínimo posible. La importancia de este último punto es crítica. El 6 de noviembre de 1996 se estrelló un 727-231 de la compañía ADC al perder el piloto el control de su aeronave tras maniobrarla en virtud a un Aviso de Decisión (RA) de su TCAS por una aeronave con rumbo opuesto.

La necesidad de procedimientos claros, tanto civiles como militares es patente. Sobre todo tras el incidente ocurrido en febrero de 1997 sobre Nueva Jersey (Estados Unidos) cuando un Boeing 727 realizó una maniobra por un Aviso de Decisión (RA) tras ser interceptado por una pareja de F-16. En otro escenario esta acción podría haber sido considerada como hostil y de consecuencias catastróficas.

CONCLUSIONES

Hay que destacar la influencia e importancia que ha tenido la opinión pública a la hora de impulsar el desarrollo de este sistema, convirtiéndose en uno de los primeros casos en que la aviación civil se ha adelantado tecnológicamente a la militar.

Inicialmente, la aviación militar no está obligada a equipar sus flotas con sistemas anticolidión a pesar de que es usuaria de un espacio aéreo que ha de compartir con cada vez más aeronaves. No es descartable, por lo tanto, que tenga que cumplir con determinadas



Antes de que se hubiera tomado una resolución a nivel europeo sobre el empleo de sistemas anticolidión de a bordo, British Airways decidió a mediados de 1995 equipar 300 aviones de su flota con equipos TCAS 2.

normativas civiles en este sentido en un futuro no lejano. Como elemento que eleva el nivel de seguridad de las operaciones aéreas no debería ser despreciado. En los próximos años este equipo formará parte de la aviónica de más aeronaves militares en el mercado, por lo tanto habrá que tenerlo en cuenta a la hora de redactar las especificaciones técnicas de futuras adquisiciones y modernizaciones. Además habrá que estar pendiente del posible abanico de empleos militares que surjan. A su vez es importante que las tripulaciones reciban un entrenamiento adecuado y cuenten con unos procedimientos claros de empleo.

Para finalizar hay que decir que no va a ser la solución universal que impi-

da el riesgo de colisiones en el aire, aun en conjunción con las mejoras de los servicios de tránsito aéreo, fundamentalmente porque no estará instalado en todas las aeronaves. Su empleo adecuado por parte de los pilotos coordinado con la actuación de los controladores es un factor objetivo que incrementa la seguridad de vuelo. Es muy difícil que por ahora la reglamentación vaya más allá de lo que es la aviación comercial mientras se mantengan unos precios prohibitivos para la aviación general, solamente asumibles por las compañías de líneas aéreas, comerciales, de aviación de negocios y determinadas fuerzas aéreas, pero al menos incrementará el grado de seguridad en las operaciones de aquellos que lo empleen ■