

# AERONAUTICA & DIFESA

Estratto dal n. 216 - Ottobre 2004 - anno XIX

Cos'è il TCAS  
di Diego Bigolin

pag. 62

ISSN 0394-820X

Riproduzione vietata

© Copyright  
Edizioni Monografie srl  
C.P. 2118 - 00100 Roma A.D.  
tel. 06.51.80.534  
fax 06.51.60.00.13

e-mail: aerodife@tin.it

**Direttore responsabile:**  
**Claudio Tatangelo**

**AERONAUTICA  
& DIFESA**

**JSF**  
Il punto sul futuro  
caccia italiano

**Be-200:**  
un antincendio per l'Europa?

**AEREI**

**Prowler** Un "vecchio" guerriero  
ancora in prima linea

N. 216 - OTTOBRE 2004 - € 3,90

Edizioni Monografie - Poste Italiane S.p.A. - Sped. abb. postale - D.L. 353/2003 (conv. in L. 27/02/2004 n. 46) art.1/1, DCB Roma - mensile - anno XIX





## Il Traffic Collision Avoidance System

# Cos'è il TCAS

## IL SISTEMA CHE EQUIPAGGIA GLI AEREI CIVILI PER PREVENIRE LE COLLISIONI IN VOLO

**A**litalia 1498 da Padova Radar – Avanti Padova, per l'Alitalia 1498 – La informo di un traffico Air France a sue ore 15, dieci miglia avanti a lei. Le sfilerà da destra a sinistra. E' comunque 1500 piedi più alto. – Copiato Padova. Confermo il contatto sul TCAS! – Frasi di questo genere sono ormai all'ordine del giorno, anche nei nostri cieli.

Il TCAS è, fra tutti i sistemi che equipaggiano i moderni velivoli commerciali, quasi certamente lo strumento di bordo meno conosciuto. Vediamo di approfondire la sua storia e i principi di funzionamento. Mettendosi nei panni di una persona non addetta ai lavori, il Signor Mario Rossi della situazione insomma, è facile pensare che gli aerei siano dotati di un proprio radar, invece sappiamo che solo i caccia militari ne possiedono uno, mentre i velivoli civili hanno esclusivamente quello meteorologico. Per prevenire possibili collisioni fra aeromobili, vigilano soltanto i radar di terra (gli ATC-Air Traffic Control, controllo del traffico aereo), che mantengono un contatto radar e radio con i vari aeromobili. Si è pensato però, che dotare i velivoli anche di un sistema autonomo di allarme collisione fosse un risultato al quale si doveva arrivare a tutti i costi, soprattutto dopo una serie di incidenti che hanno causato, negli anni, molte vittime.

Negli Stati Uniti, tecnici e ingegneri hanno intrapreso lo studio di un sistema simile sin dagli anni cinquanta. La ricerca prese il nome di ACAS (Airborne Collision Avoidance System). Gli esperti

pensarono di sfruttare, anche per abbattere i costi, un apparato già presente sui velivoli e di modificarlo per raggiungere lo scopo. Questo elemento fondamentale è il "transponder", mediante il quale gli aerei si identificano nei confronti dei centri di controllo a terra dotati di radar secondario o SSR (Secondary Surveillance Radar). Il radar secondario infatti, "interroga" i transponder per leggerne il codice (tecnicamente "Squawk") sul quale sono impostati. I transponder attivi, e non quelli posti in "stand-by", rispondono alle interrogazioni dei radar secondari con una serie di impulsi. Dal 1974, divenne operativo il predecessore dell'odierno sistema, conosciuto con il nome di BCAS (Beacon-Based Collision Avoidance System). Come dice lo stesso nome, esso faceva emettere una serie di segnali al transponder (beacon) che andavano ad interrogare gli apparati simili, attivati, di altri aeromobili nelle vicinanze. Se si verificavano delle risposte, il sistema andava ad interpretare i segnali ricevuti per determinare la posizione onde evitare una potenziale collisione. Dal 1981 il sistema venne ridenominato TCAS acronimo di Traffic Collision Avoidance System.

Il 31 agosto del 1986, quando il TCAS era ancora in fase valutativa e di perfezionamento, si verificò l'ennesima disgrazia: un piccolo aereo privato centrò, in volo, un DC-9 dell'AeroMexico, nei pressi dell'aeroporto di Los Angeles, in California. Il Piper, con tre persone a bordo, impattò contro i piani di coda del liner. Morirono tutti i 67

**Il TCAS è uno strumento che fornisce la rappresentazione degli eventuali aerei intrusi nelle vicinanze di un aeromobile civile che potrebbero costituire un pericolo. Con l'odierno affollamento dei cieli, è una dotazione della quale non si può più fare a meno e che completa la suite degli ausili alla navigazione per voli sempre più sicuri. Una similitudine calzante potrebbe essere quella con gli RWR (Radar Warning Receiver) dei caccia, che servono appunto ad avvisare il pilota delle possibili minacce circostanti.**

velivolo con più di 30 passeggeri deve essere obbligatoriamente equipaggiato di TCAS II. Se i posti sono da 10 a 30 è obbligatorio il TCAS I. Il sistema è stato approvato e riconosciuto anche dall'ICAO (International Civil Aviation Organisation). Nel novembre del 1994, l'MD-80 (con registrazione I-DACM) è stato il primo velivolo della flotta Alitalia ad essere equipaggiato con il TCAS.

### LE VERSIONI DEL TCAS

Ci sono attualmente tre versioni di TCAS, a seconda della classe di aeromobili. Il TCAS I, è la versione più economica ma anche meno capace; indica la traiettoria e l'altitudine dei velivoli presenti in una determinata area (generalmente 10, 20 o 30 miglia), sfruttando il Modo-C dei transponder (modalità nella quale invia anche una treno di impulsi che codifica la quota letta dall'altimetro di bordo). Il pilota vede rappresentati i velivoli presenti in zona con colori diversi su un display. Questa rappresentazione costituisce il TA (Traffic Advisory) del sistema. Quando un pilota riceve un TA (sotto forma di segnale acustico e simbolo grafico sul display), deve identificare visivamente il velivolo e modificare il proprio livello di volo di +/- 300 piedi. Non è autorizzato però a cambiare la propria rotta.

Il TCAS III, oltre alle caratteristiche del tipo precedente, fornisce al pilota la possibilità di deviare lateralmente, per evitare possibili intrusioni, grazie alla nuova antenna direzionale più sensibile che permette, quindi, più accurate rilevazioni con minori errori di direzione.

Lo strumento vero e proprio, presente in cabina di pilotaggio, può essere a parte oppure integrato, per i velivoli dell'ultima generazione, direttamente in un Glass Cockpit. Indi-



**Il grafico rappresenta, nella parte superiore, la raffigurazione del criterio di separazione orizzontale (cioè in distanza) ed illustra le possibili percorrenze (in miglia) ed i relativi tempi (in secondi) di intervento del sistema, nel segnalare l'avvicinarsi di un potenziale velivolo intruso. Entro l'area di TA (Traffic Advisory), dopo un contatto visivo, un pilota può variare solamente il proprio livello di volo. Un sistema che consente anche la RA (Resolution Advisory), concede 25 secondi circa per effettuare una manovra evasiva in sicurezza, modificando anche la propria rotta, in quanto fornisce dati completi sulla condotta di volo dell'intruso. Nella parte inferiore del grafico, lo stesso principio è rappresentato per il criterio di separazione verticale (cioè in altezza).**

pendentemente dal modello, però, rappresenta sempre una serie di "zone di protezione" virtuali, intorno all'aereo, che mostra livelli di pericolo crescenti. Gli altri aeromobili, potenzialmente in conflitto, sono rappresentati da rombi o cerchi, vuoti o pieni e di colori diversi (bianco per velivolo in prossimità, giallo per velivolo in avvicinamento, rosso per velivolo in conflitto) a seconda che vengano a trovarsi sempre più vicini e in rotta di conflitto rispetto alla condotta di volo. E' presente poi una scala graduata di un variometro, normalmente di colore bianco ma che può cambiare colorandosi di verde e rosso, a seconda che debba indicare la velocità variometrica da evitare o quella da impostare per risolvere il conflitto.

Un moderno TCAS è in grado di tenere sotto controllo, grazie al modo-S del transponder, un'area di 30 miglia e di tracciare contemporaneamente fino a 30 aeromobili, aggiornando le informazioni relative alle tracce, ogni secondo.

Il sistema però, nel suo insieme, è afflitto da una serie di imperfezioni che si stanno cercando di risolvere nel tempo, grazie allo sviluppo tecnologico e informatico: la lacuna principale è costituita dalla scarsa direzionalità dell'antenna usata. Questa, infatti, non è come l'elemento di un radar che compie periodicamente una rivoluzione di 360°: al momento è stato pensato di poter avviare parzialmente al problema ponendo una serie di piccoli elementi in circolo, intorno ad un radiale centrale. Altro problema importante, in parte superato, è quello dei falsi "clutter". Sono stati compiuti diversi esperimenti in aree particolarmente affollate (perimetri aeroportuali) nelle quali i transponder ricevevano segnali di risposta multipli e anche qui le cose sono migliorate, riducendo notevolmente i falsi allarmi. Ulteriore limitazione è il corretto funzionamento in presenza di velivoli militari ad alte prestazioni. Questi aerei superano facilmente una velocità verticale dell'ordine dei

1000 ft/min e gli attuali TCAS non sono in grado di calcolare adeguate previsioni per cambiamenti così repentini del tempo di volo. Un pilota riceverebbe allora una RA seguita immediatamente da una RA che potrebbe rivelarsi, il più delle volte, errata. In futuro è auspicabile un miglioramento degli algoritmi utilizzati per il calcolo operativo del TCAS; intanto è fatta preghiera ai piloti militari di non operare ad eccessivi ratei di salita/discesa in ambienti misti per evitare i suddetti problemi.

Il TCAS è un grande ausilio ma provoca sovente delle grosse scari- che di adrenalina ai controllori radar. Costoro si sentono chiamare dai piloti, con toni di voce alquanto allarmati, per possibili conflitti di questo tipo: un velivolo, autorizzato ad un avvicinamento strumentale diretto, si trova un avviso di traffico che sembra decollare dalla testata pista in senso opposto al suo atterraggio. Ma non è così. Il TCAS dell'aereo in finale ha "agganciato" quello di un velivolo in holding in sottovento.



Spesso si è notato anche un preoccupante impatto operativo che lo strumento genera sui piloti i quali possono reagire in maniera diversa ad un avviso di risoluzione. Questo è infatti un fenomeno che richiede di reagire in tempi rapidissimi ma senza eccessi, purtroppo più volte registrati, come un'ampia deviazione dalla rotta o un troppo lento ritorno ai parametri di volo autorizzati dall'ATC. I piloti devono quindi cercare di non utilizzare il TCAS come strumento per "controllare i controllori" e conservare invece inalterata la fiducia nel loro operato. Il TCAS deve servire solo come ultima spiaggia per mantenere la separazione tra traffici e non sostituire le disposizioni dei controllori ATC.

Ma il TCAS non è un "problema" che riguarda solo il piccolo spazio aereo del controllo d'area. Il recente disastro del Lago di Costanza, in Svizzera, ne è una triste conferma ed è la riprova che è necessario ancora migliorare il sistema, sia dal punto di vista tecnico che normativo, per rendere il TCAS veramente utile per la sicurezza della navigazione aerea. La tragedia è avvenuta il 1° luglio del 2002 nei pressi di Uberlingen. Sono morte 71 persone che si trovavano a bordo dei due velivoli scontratisi in volo. Si trattava di un Tupolev Tu.154M, che andava da Mosca a Barcellona, e di un Boeing 757-200 che da Bergamo era diretto a Bruxelles. Dato di fatto è che le cose non sono andate come sarebbero dovute andare per una serie, sfortunata, di concause.

Entrambi i velivoli erano equipaggiati di TCAS (di identico modello). Gli apparati hanno funzionato perché è stato appurato, dall'analisi dei flight data recorders, che i due equipaggi erano stati allertati contemporaneamente dagli strumenti, per una possibile "mid air collision", quando si trovavano autorizzati a volare, tutti e due, allo stesso livello FL360. Avevano attuato, entrambi, una "expedite descent" discesa rapida ad un livello inferiore (FL350), istruzione confermata anche dal controllore di Zurigo che l'ha impartita al Tu.154M solamente sette secondi dopo l'avviso del TCAS. Però lo strumento aveva impartito un'istruzione a salire!

Il B757-200 era stato allertato dal TCAS esattamente nello stesso istante del Tu.154M ma l'ordine a scendere, questa volta, arrivò quattordici secondi più tardi. A Zurigo, un controllore era in pausa e, in sala radar, l'unico presente si trovava a gestire anche la postazione del collega, quindi due monitors e due frequenze diverse (aerovia e avvicinamento). Al centro radar di Karlsruhe si erano accorti del possibile conflitto di traffico e avevano più volte cercato di contattare, tramite linea telefonica diretta, i colleghi di Zurigo, ma senza ottenere risposta.

Morale della favola: istruzioni contrarie da parte degli strumenti e uguali da parte dell'ATC. Entrambi gli equipaggi erano stati allertati all'utilizzo del TCAS. Tutti sembrano comunque d'accordo sul concetto che il TCAS non deve modificare in alcun modo le diverse responsabi-

lità di piloti e controllori in attuazione delle operazioni per la sicurezza del volo. Ci si augura quindi che eventi del genere non accadano mai più, confortati dal fatto che sui cieli americani non si sono verificate collisioni in volo dal 1990.

Il futuro del TCAS si prospetta roseo con l'implementazione della capacità di trasmettere, grazie al data link del Modo-S, le coordinate ed i dati relativi all'altezza estrapolati dal sistema satellitare GPS. Si tratterà, semplicemente, di aggiornare il software per i velivoli già equipaggiati di TCAS II e quindi l'operazione non sarà neppure economicamente molto onerosa.

Si prospetta poi un utilizzo anche differente dello strumento per ridurre le separazioni fra i traffici e consentire, soprattutto su rotte transoceaniche, salite a livelli superiori in tempi rapidi. Si otterrebbero così dei veri e propri voli "In-Trail Climb" (ITC) tali da permettere al velivolo che segue la rotta di un precedente aereo, di salire al livello di crociera utilizzando il TCAS per mantenere la separazione dal traffico precedente sulla medesima aerovia. Grazie a questa manovra si otterrebbe una maggiore flessibilità nel rateo di salita, arrivando a risparmiare, da test effettuati, più di 2000 libbre di carburante solamente in fase di decollo. Ci sarebbe allora il transito ad un livello di volo meno turbolento o più elevato, rispetto a quello raggiungibile sotto il controllo di un centro radar con criteri di separazione standard.

**Diego Bigolin**

