

TCAS



Ορισμός του TCAS



Το TCAS (**traffic collision avoidance system** ή **traffic alert and collision avoidance system**) είναι ένα σύστημα αποφυγής συγκρούσεων αεροσκαφών, σχεδιασμένο για να προλαμβάνει τις συγκρούσεις μεταξύ αεροσκαφών στον αέρα

Το TCAS χρησιμεύει ως τελευταίο δίκτυ ασφαλείας, ανεξαρτήτως όλων των διαχωρισμών εναέριας κυκλοφορίας.

Λειτουργεί ανεξάρτητα από τα συστήματα πλοήγησης αεροσκαφών, τα συστήματα διαχείρισης πτήσεων και τα επίγεια συστήματα ΕΕΚ.

Ιστορική αναδρομή

Οι πρώτες μελέτες για την κατασκευή ενός συστήματος αποφυγής εναερίων συγκρούσεων ξεκίνησαν το 1956 μετά το δυστύχημα του Grand Canyon (DC-7 και Lockheed Super Constellation)



Η ανάπτυξη του πρώτου συστήματος όμως ξεκίνησε το 1978, μετά από μία εναέρια σύγκρουση μεταξύ ενός DC-9 και ενός Cessna 172 στο Σαν Ντιέγκο.

Ιστορική αναδρομή



Μετά από μία ακόμα σύγκρουση, το 1986 στην Καλιφόρνια, η χρήση του TCAS άρχισε να γίνεται υποχρεωτική, πρώτα στις ΗΠΑ και σύντομα σε άλλα κράτη.

Ιστορική αναδρομή

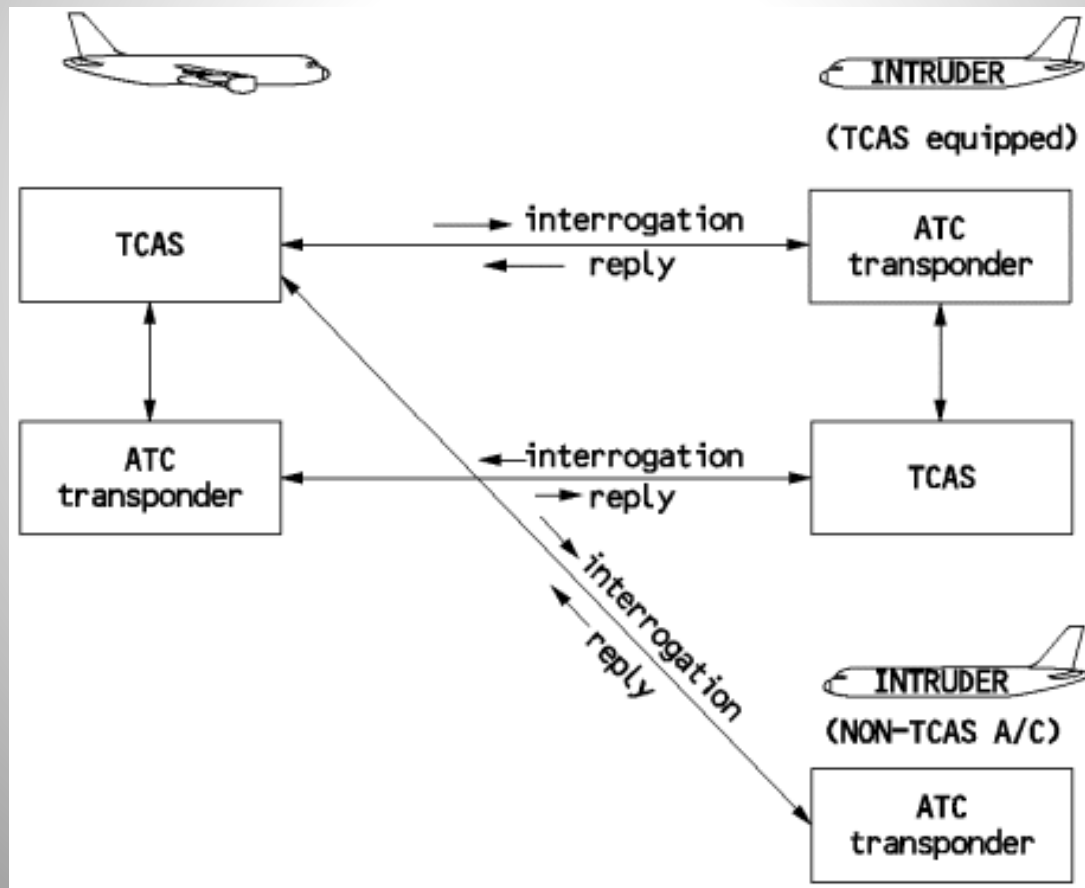
Από το 2012, είναι το TCAS είναι υποχρεωτικό από τον ICAO σε όλα τα αεροσκάφη με μέγιστο βάρος απογείωσης (MTOM) άνω των 5.700 kg ή με πάνω από 19 θέσεις επιβατών.



Το Dornier D228, με MTOM 5700 kg και διαρρύθμιση το πολύ 19 επιβατών είναι το μεγαλύτερο αεροσκάφος που δεν υποχρεούται να διαθέτει TCAS..

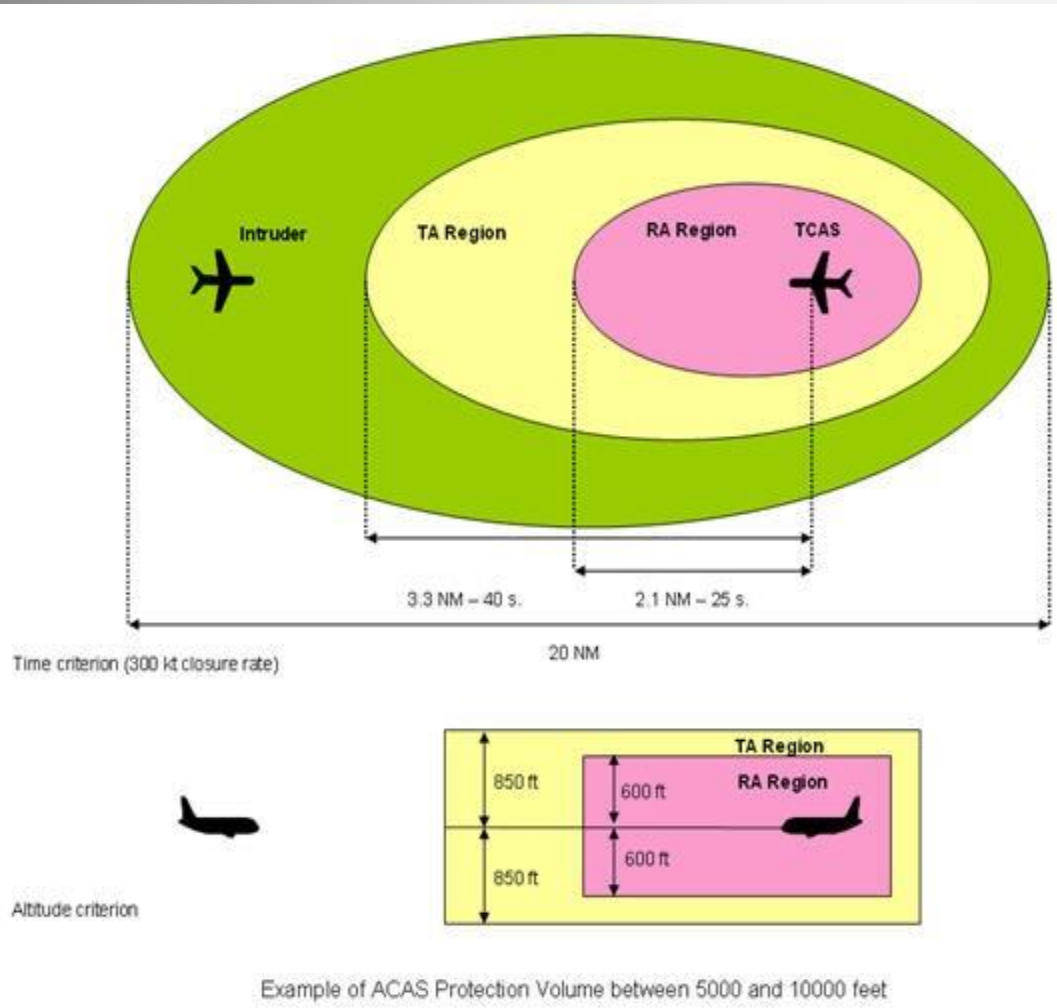
Χαρακτηριστικά του TCAS

Το TCAS βασίζεται σε σήματα αναμεταδότη δευτερεύοντος ρανάρ (SSR) και λειτουργεί αυτόνομα από τα επίγεια συστήματα, ώστε να παρέχει στους πιλότους πληροφορίες για πιθανώς εμπλεκόμενα αεροσκάφη.



TCAS Alerts

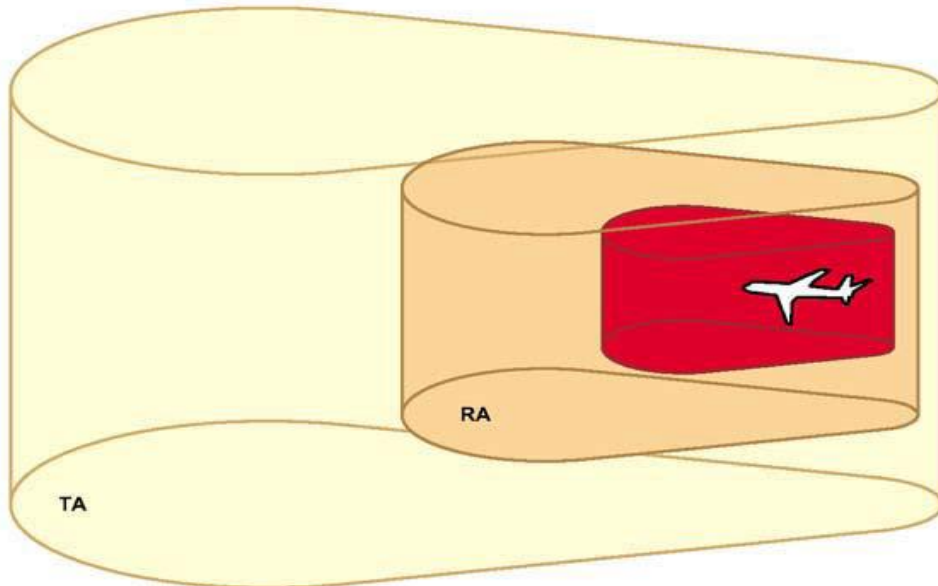
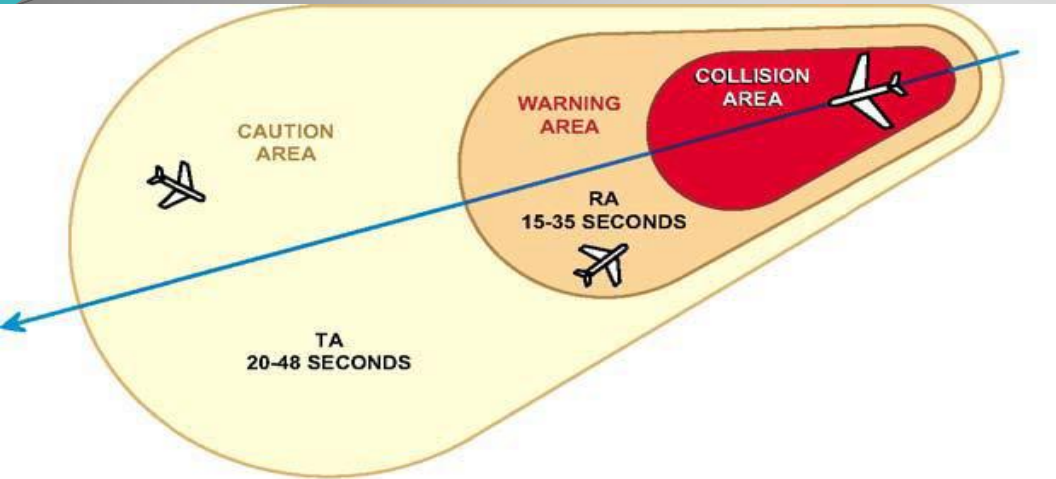
Το TCAS παρέχει δύο τύπους alerts:



Traffic Advisory (TA) που **συνεγείρει** τον πιλότο, τον βοηθά στην **οπτική αναζήτηση** εμπλεκόμενου αεροσκάφους και τον **προετοιμάζει** για πιθανό RA.

Resolution Advisory (RA) που **συνιστά ελιγμούς** οι οποίοι αυξάνουν ή διατηρούν τον υπάρχοντα κατακόρυφο διαχωρισμό από εμπλεκόμενο αεροσκάφος.

TCAS Alerts



Οι ειδοποιήσεις του TCAS βασίζονται στο χρόνο του **πλησιέστερου σημείου προσέγγισης (CPA)** παρά στην απόσταση. Πρέπει να υπάρχει μικρό περιθώριο χρόνου και διαχωρισμού προκειμένου να υπάρξει ειδοποίηση.

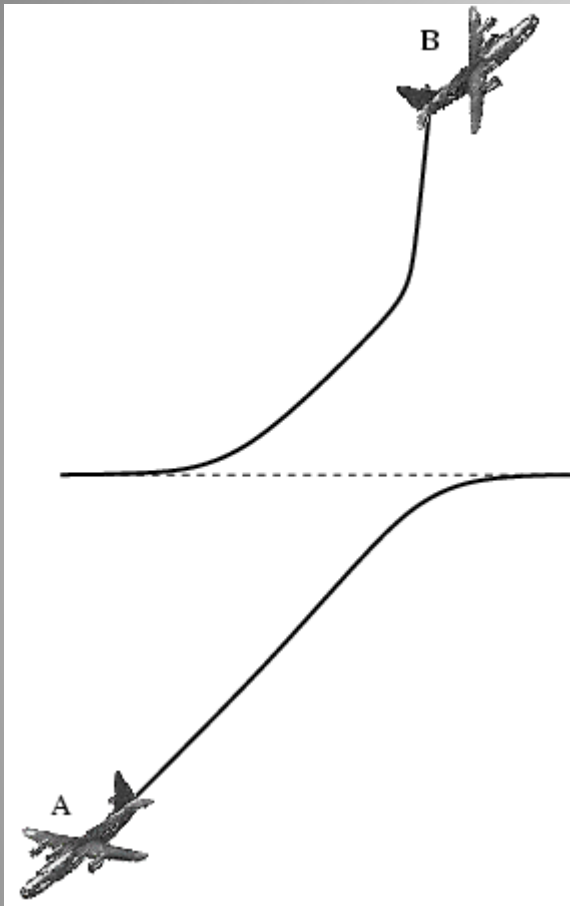
(i) Τα όρια για να υπάρξει TA ή RA εξαρτώνται από το ύψος και είναι μεγαλύτερα σε μεγάλα ύψη.

(ii) Το TA ενεργοποιείται από 15 μέχρι 48 sec και το RA από 15 μέχρι 35 sec πριν το προβλεπόμενο CPA.

(iii) Τα RA πρέπει να οδηγούν σε επιθυμητό κατακόρυφο διαχωρισμό στο CPA. Για το λόγο αυτό, ένα RA μπορεί να δώσει εντολή ανόδου ή καθόδου.

ART3000002

TCAS Alerts



Όταν και τα δύο αεροσκάφη διαθέτουν TCAS, τα RA συντονίζονται μέσω των transponders, έτσι ώστε να δίνονται αντίθετοι ελιγμοί αποφυγής.

Ένα RA μπορεί να εκδοθεί για οποιοδήποτε «εισβολέα» που διαθέτει transponder με ένδειξη ύψους (Mode S or Mode A/C). Δεν απαιτείται ο «εισβολέας» να διαθέτει TCAS. Όμως τα RA συντονίζονται μόνο όταν και τα δύο α/φ διαθέτουν TCAS.

Η απεικόνιση του TCAS δεν είναι σχεδιασμένη για να παρέχει ελιγμούς διαχωρισμού, αλλά για να βοηθά στον οπτικό προσδιορισμό του «εισβολέα». Παρέχει μόνο μια στιγμιαία εικόνα της σχετικής οριζόντιας και κατακόρυφης θέσης των κοντινών αεροσκαφών.

TCAS Alerts

Upward sense			Downward sense		
RA	Required vertical rate (ft/min)	Aural	RA	Required vertical rate (ft/min)	Aural
Climb	1500	Climb, climb	Descend	- 1500	Descend, descend
Crossing Climb	1500	Climb, crossing climb; Climb, crossing climb	Crossing Descend	- 1500	Descend, crossing descend; Descend, crossing descend
Maintain Climb	1500 to 4400	Maintain vertical speed, maintain	Maintain Descend	- 1500 to - 4400	Maintain vertical speed, maintain
Maintain Crossing Climb	1500 to 4400	Maintain vertical speed, crossing maintain	Maintain Crossing Descend	- 1500 to - 4400	Maintain vertical speed, crossing maintain
Level Off ¹	0	Level off, level off	Level Off ¹	0	Level off, level off
Reversal Climb ²	1500	Climb, climb NOW; Climb, climb NOW	Reversal Descent ²	- 1500	Descend, descend NOW; Descend, descend NOW
Increase Climb ²	2500	Increase climb, increase climb	Increase Descent ²	- 2500	Increase descent, increase descent
Preventive RA	No change	Monitor vertical speed	Preventive RA	No change	Monitor vertical speed
RA Removed	—	Clear of conflict	RA Removed	—	Clear of conflict

¹ New RA in version 7.1, replacing "Adjust vertical speed, adjust" from version 7.0

² Not possible as an initial RA

Τα RA δίνουν μόνο οδηγίες κατακόρυφων ελιγμών

Εικόνα του TCAS

97

TCAS II



Περιορισμοί του TCAS

- Δεν εκδίδονται RA σε ύψη κάτω των 900 ft όταν το α/φ βρίσκεται σε κάθοδο.
- Δεν ανιχνεύεται εμπλεκόμενη κυκλοφορία χωρίς transponder ή με transponder χωρίς ένδειξη ύψους.
- Το TCAS δε λειτουργεί όταν χαθούν τα δεδομένα υψομέτρου ή βαρομετρικής πίεσης. Επίσης, λάθος στις ενδείξεις αυτές οδηγεί σε λάθη του TCAS.
- Το TCAS δεν εκδίδει TA / RA για αεροσκάφη με πολύ μεγάλο κατακόρυφο βαθμό ανόδου / καθόδου.
- Δεν δίνονται φωνητικές οδηγίες σε ύψη κάτω των 500 ft.

Περιορισμοί του TCAS

- Σε περιοχές πυκνής κυκλοφορίας, μπορεί να μην είναι δυνατή η ανίχνευση όλων των αεροσκαφών.



- Τα Ground Proximity Warning System (GPWS) και terrain avoidance warning system (TAWS) warnings έχουν προτεραιότητα έναντι του TCAS.

Χρήση TCAS από πιλότους / ATC / Φρασεολογία

Regulations for the use of the TCAS traffic display ICAO PANS-OPS, Doc 8168 states that:

“Pilots shall not manoeuvre their aircraft in response to traffic advisories (TAs) only”

This point is emphasized in the ICAO ACAS II Training Guidelines for pilots:

“No manoeuvres are made based solely on the information shown on the ACAS display”

ICAO standards only include phraseology to report RAs. Therefore, pilots should not report “TCAS contact” or “we have it on TCAS” after traffic information from ATC. Indeed, such a report provides no added value to ATC.

Οι ΕΕΚ βασίζουν τις ενέργειές τους στην απεικόνιση ραντάρ, που τους επιτρέπει να παρέχουν ασφαλή και ταχεία ροή εναέριας κυκλοφορίας. Η απεικόνιση του TCAS δεν παρέχει τις απαραίτητες πληροφορίες διαχωρισμού.

Ελιγμοί που βασίζονται αποκλειστικά στις πληροφορίες του TCAS μπορεί να επηρεάσουν την ασφάλεια των πτήσεων.

Άρα οι πιλότοι δεν πρέπει να προσπαθούν να **διαχωριστούν μόνοι τους**, ούτε να **εκβιάσουν μια οδηγία ΕΕΚ** βασισμένοι αποκλειστικά στην απεικόνιση του TCAS. Ο διαχωρισμός είναι ευθύνη των ΕΕΚ.

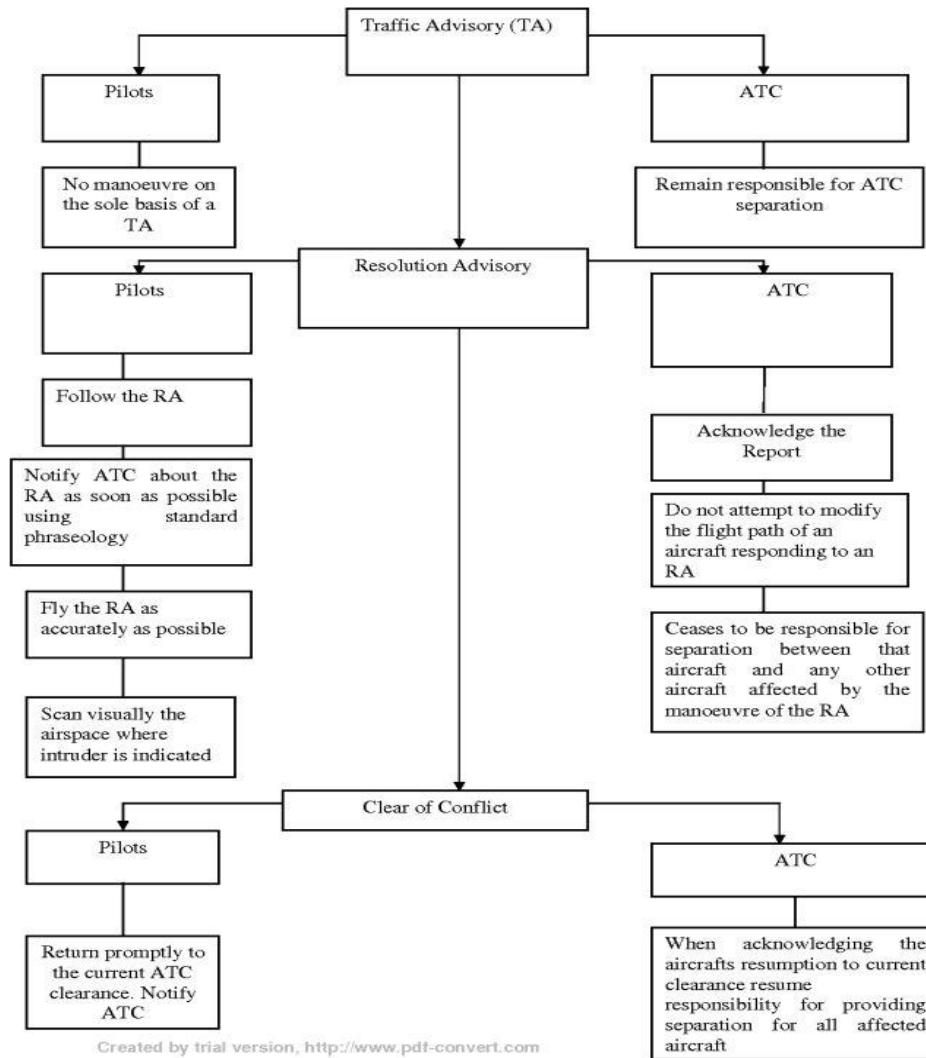
Χρήση TCAS από πιλότους / ATC / Φρασεολογία

Σε περίπτωση RA, οι πιλότοι πρέπει να συμμορφώνονται με την οδηγία του RA. Αυτό σημαίνει ότι πιθανόν να κάνουν ελιγμό αντίθετο με τις οδηγίες των ΕΕΚ ή να αγνοήσουν τις οδηγίες τους. Στην περίπτωση αυτή, οι ΕΕΚ δεν είναι υπεύθυνοι για το διαχωρισμό των α/φ που αφορά το RA, μέχρι να τερματιστεί η εμπλοκή.

Circumstances	Pilot	Controller
After a flight starts to deviate from any ATC clearance or instruction to comply with a TCAS RA	TCAS RA	ROGER
After the response to a TCAS RA is completed and a return to the ATC clearance or instruction is initiated	CLEAR OF CONFLICT. RETURNING TO <i>(assigned clearance)</i>	ROGER <i>(or alternative instruction)</i>
After the response to a TCAS RA is completed and the assigned ATC clearance or instruction has been resumed	CLEAR OF CONFLICT <i>(assigned clearance)</i> RESUMED	ROGER <i>(or alternative instruction)</i>
After an ATC clearance or instruction contradictory to the TCAS RA is received, the flight crew will follow the RA and inform ATC directly	UNABLE, TCAS RA	ROGER

Χρήση TCAS από πιλότους / ATC / Φρασεολογία

An interaction of ATC and Crew during ACAS event



Created by trial version, <http://www.pdf-converter.com>

Χρήση TCAS από πιλότους / ATC / Φρασεολογία

Ο χειριστής:

- Σε περίπτωση TA ακολουθεί τις οδηγίες του ΕΕΚ και προσπαθεί να εντοπίσει οπτικά την εμπλεκόμενη κυκλοφορία.
- Σε περίπτωση RA, ακολουθεί τις οδηγίες του TCAS και ενημερώνει τον ΕΕΚ με χρήση της φρασεολογίας TCAS RA.
- Δεν εκτελεί ελιγμούς εφόσον δε λάβει οδηγία από το TCAS.

Ο ΕΕΚ:

- Δεν παρεμβαίνει όταν έχει δοθεί σε α/φ οδηγία ελιγμού από το TCAS, αλλά με βάση αυτήν, διαχωρίζει την υπόλοιπη πιθανώς εμπλεκόμενη κυκλοφορία.

Η φράση “We have it on TCAS” δεν έχει νόημα στον έλεγχο εναέριας κυκλοφορίας.

Χρήση TCAS από πιλότους / ATC / Φρασεολογία

Μετά από το δυστύχημα του Überlingen (2002) έγινε υποχρεωτικό για τους πιλότους να ακολουθούν τις οδηγίες του TCAS RA, έστω κι'αν έρχονται σε αντίθεση με τις οδηγίες ΕΕΚ.



TCAS και VFR κυκλοφορία

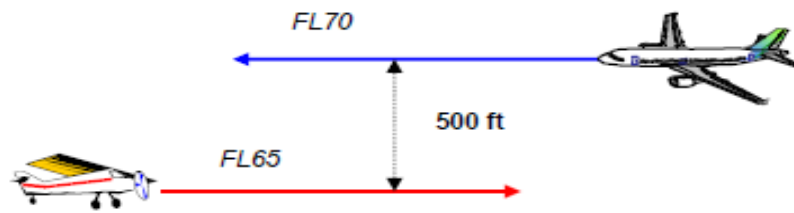


RAs against aircraft flying VFR

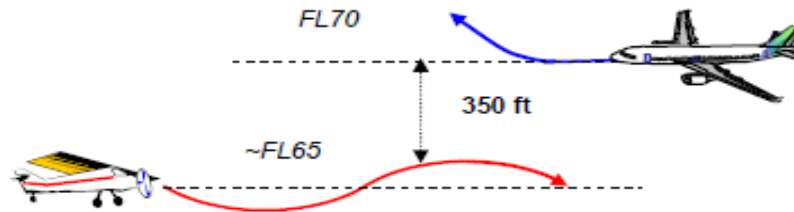
In the normal operating altitudes of VFR traffic, RAs will be caused if VFR traffic operates in the close proximity to IFR traffic with 500 ft separation.

Below 10,000 ft, in Class D or Class E airspace, encounters between IFR and VFR traffic frequently occur when both aircraft are level and separated by 500 ft. In these encounters, TCAS will generate a "Monitor Vertical Speed" RA, which does not require a vertical deviation.

Operational experience shows that VFRs sometimes do not maintain their level flight perfectly. If there is a significant vertical deviation, "Climb" or "Descend" RAs will be generated on-board the TCAS-equipped aircraft.



"Monitor Vertical Speed"



"Climb"



Source: [ACAS Bulletin II no. 4](#)

Συντομογραφίες

- TCAS = traffic collision avoidance system
- MTOM = Maximum take-off mass
- SSR = Secondary surveillance RADAR
- TA = Traffic advisory
- RA = Resolution advisory
- CPA = Closest point of approach
- GWPS = Ground proximity warning system
- TWAS = Terrain avoidance warning system

Bibliography and web links

- ICAO Doc 4444 PANS-ATM
- ICAO PANS-OPS, Doc 8168
- Doc. 9863 of ICAO, “Airborne Collision Avoidance System II (ACAS II) Manual”
- JAA Administrative & Guidance Material Section Four: Operations, Part Three: Temporary Guidance: Leaflets (JAR-OPS) 11-1 01.02.05
LEAFLET NO. 11 Rev 1 GUIDANCE FOR OPERATORS ON TRAINING PROGRAMMES FOR THE USE OF AIRBORNE COLLISION AVOIDANCE SYSTEMS (ACAS)
- www.eurocontrol.int
- www.skybrary.aero