

ΑΕΡΟΝΑΥΤΙΚΗ

ΤΕΥΧΟΣ 31 - ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 1991 - ΔΡΧ. 400

& ΑΜΥΝΑ

Χ-31 ΕΦΜ

ΠΤΗΣΗ ΠΕΡΑ ΑΠΟ ΤΑ ΟΡΙΑ

ΤΑ ΠΑΡΑΛΕΙΠΟΜΕΝΑ
ΤΟΥ ΠΟΛΕΜΟΥ



ΕΠΙΒΑΤΙΚΑ
ΥΠΕΡΧΗΤΙΚΑ
ΑΕΡΟΣΚΑΦΗ

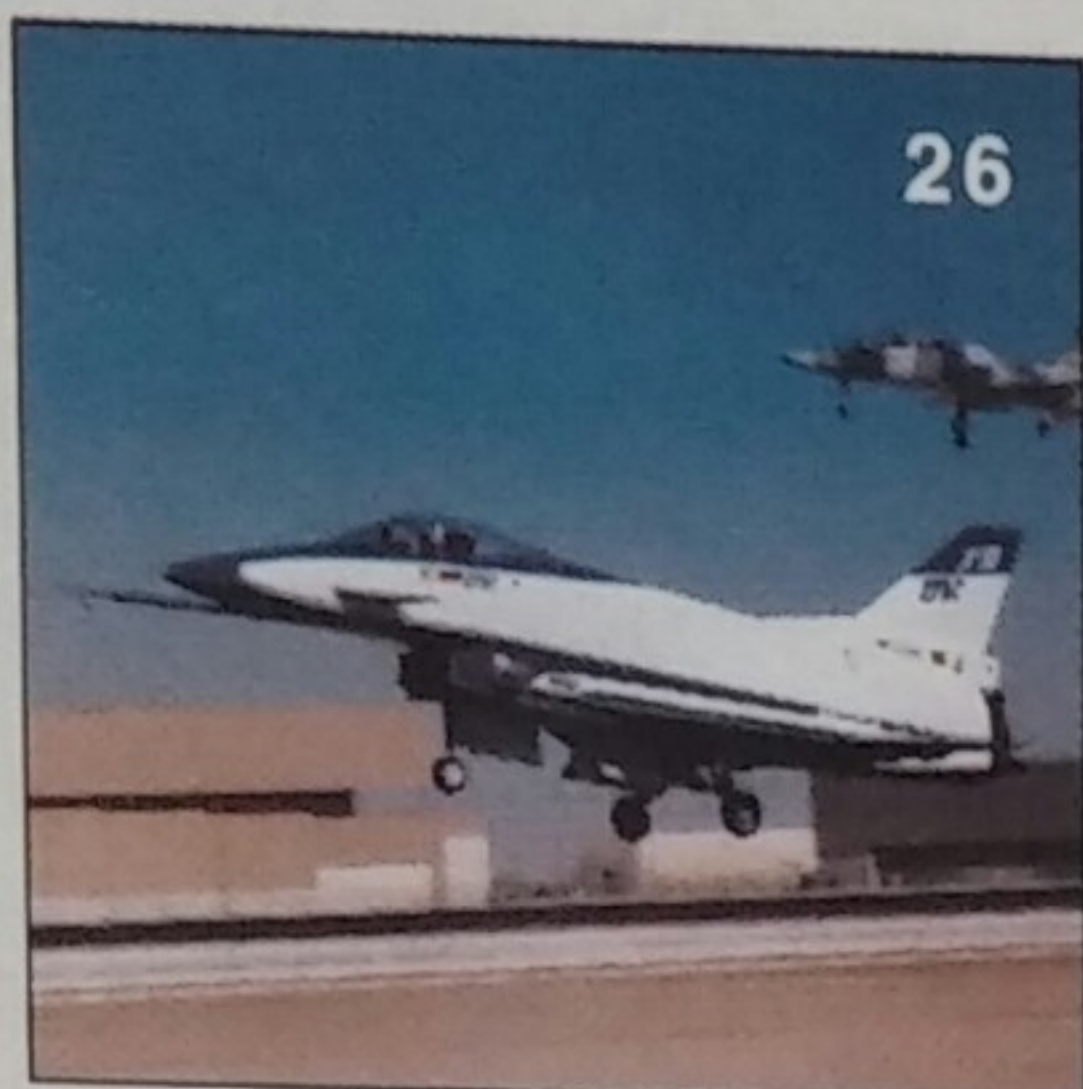
ΔΙΑΣΤΗΜΙΚΑ
ΟΧΗΜΑΤΑ
ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ

ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΤΕΣ
ΜΑΧΗΤΙΚΩΝ
ΑΕΡΟΣΚΑΦΩΝ

ΑΕΡΟΣΚΑΦΗ
ΝΑΥΤΙΚΗΣ
ΣΥΝΕΡΓΑΣΙΑΣ

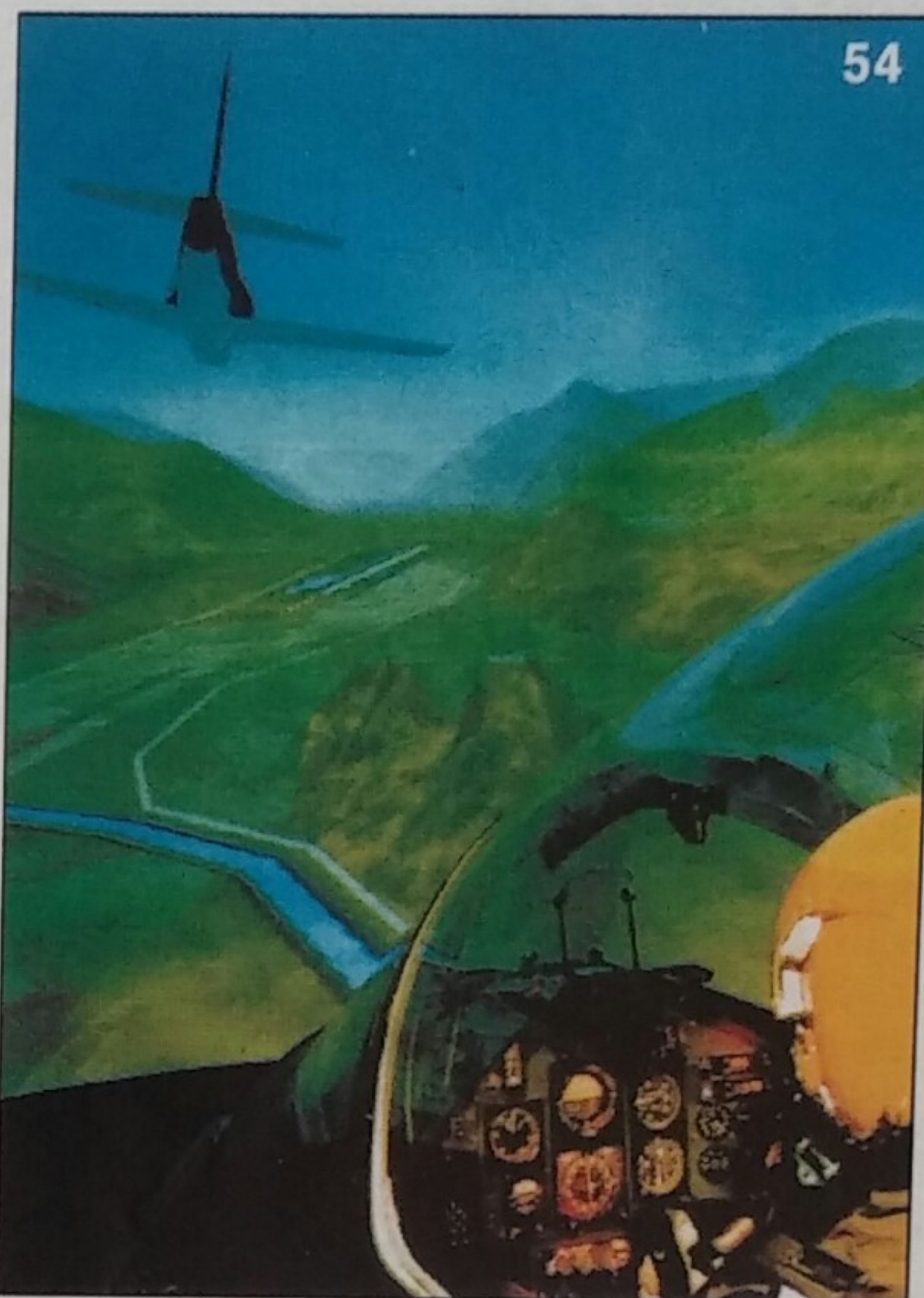
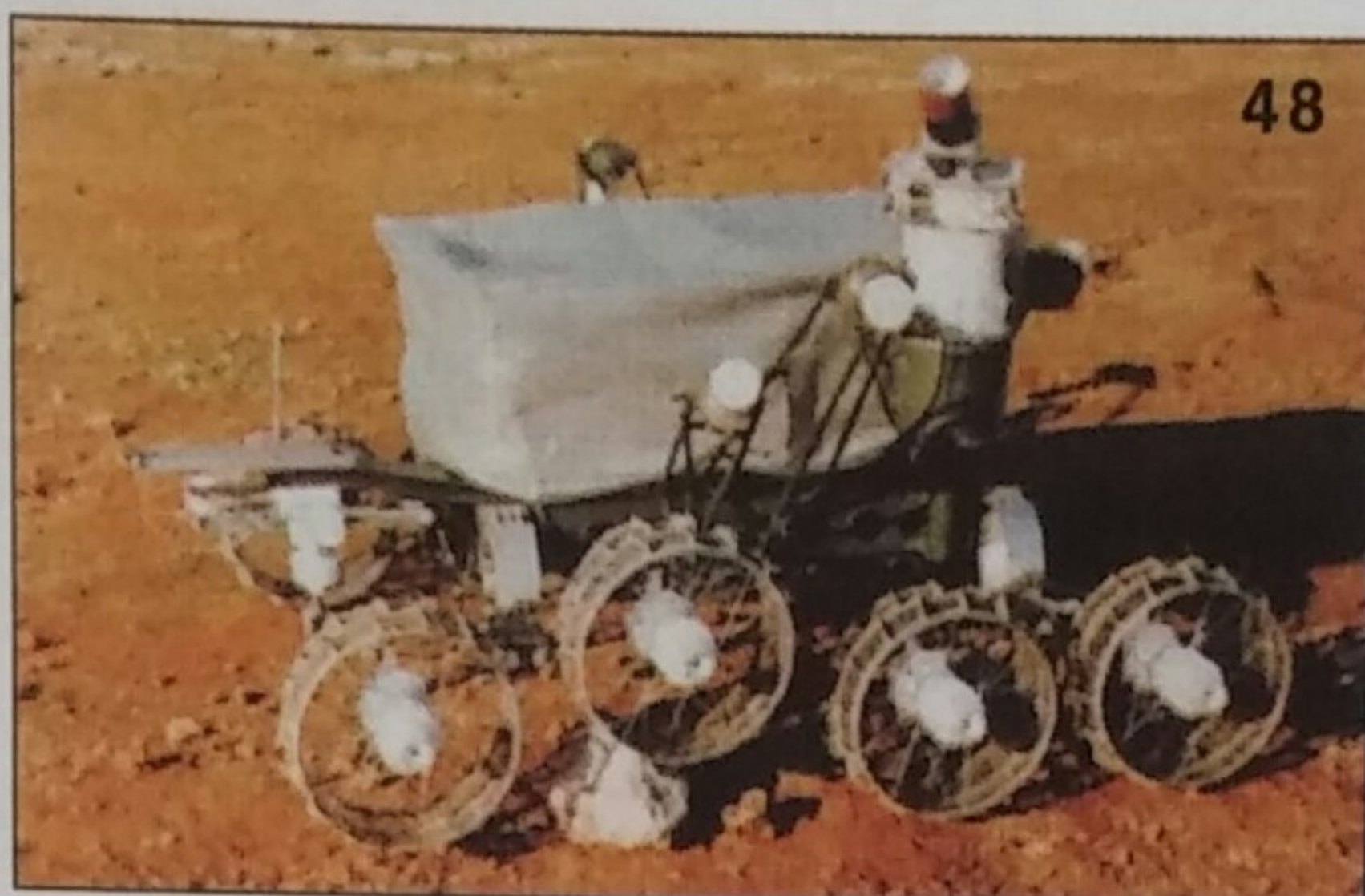
**DORNIER 328: Η ΓΕΝΙΑ ΠΟΥ ΕΡΧΕΤΑΙ
ΑΠΕΛΕΥΘΕΡΩΣΗ ΑΕΡΟΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΚΑΙ ΑΣΦΑΛΕΙΑ**

ΑΕΡΟΝΑΥΤΙΚΗ & ΑΜΥΝΑ



ΕΞΟΦΥΛΛΟ

Το X-31 EFM είναι το τελευταίο αεροσκάφος της σειράς X (πειραματικό), αμερικανογερμανικής συνεργασίας, που συνδυάζει εκπληκτικά χαρακτηριστικά τα οποία είναι κρίσιμα για την έκβαση μιας αερομαχίας.



ΑΡΘΡΑ

**18 ΑΕΡΟΣΚΑΦΗ
ΝΑΥΤΙΚΗΣ ΣΥΝΕΡΓΑΣΙΑΣ**
Στυλιανός Περγαντής

**26 X-31 EFM:
ΠΤΗΣΗ ΠΕΡΑ ΑΠΟ ΤΑ ΟΡΙΑ**
Γρηγόρης Λεγκός

**34 ΕΠΙΒΑΤΙΚΑ ΥΠΕΡΗΧΗΤΙΚΑ
ΑΕΡΟΣΚΑΦΗ**
Δημήτριος Στεργίου

**46 ΦΙΛΕΛΕΥΘΕΡΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ
ΑΕΡΟΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΚΑΙ ΑΣΦΑΛΕΙΑ
ΠΤΗΣΕΩΝ**
Στέφανος Θεοδόσης

**50 ΔΙΑΣΤΗΜΙΚΑ
ΟΧΗΜΑΤΑ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ**
Αλέξανδρος Λούφας

**57 ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΤΕΣ ΜΑΧΗΤΙΚΩΝ
ΑΕΡΟΣΚΑΦΩΝ**
Ιωάννης Μουρατίδης

**63 DORNIER 325:
Η ΓΕΝΙΑ ΠΟΥ ΕΡΧΕΤΑΙ**
Θανάσης Στάμου

ΜΟΝΙΜΕΣ ΣΤΗΛΕΣ

4 EDITORIAL 5 ΜΑΤΙΕΣ ΣΤΟΝ ΠΕΡΣΙΚΟ
12 ΝΕΑ

ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΤΕΣ ΜΑΧΗΤΙΚΩΝ ΑΕΡΟΣΚΑΦΩΝ

Η εκπαίδευση στα μαχητικά αεροσκάφη σε καιρό ειρήνης γίνεται ολοένα και δυσκολότερη για τις αεροπορικές δυνάμεις εξαιτίας κυρίως οικονομικών και πολιτικών εμποδίων. Η εκπαίδευση των πιλότων με προσομοιωτές είναι η οικονομική και ταυτόχρονα ακίνδυνη λύση στο πρόβλημα αυτό.

ΙΩΑΝΝΗΣ ΜΟΥΡΑΤΙΔΗΣ
Φυσικός

Η ιστορία των προσομοιωτών αεροσκαφών ξεκινά το 1929 όταν ο Edwin A. Link, χρησιμοποιώντας εξαρτήματα τα οποία συγκέντρωσε από το εργαστήριο του πατέρα του κατασκεύασε το "μπλε κουτί". Έτσι ονομάστηκε ο πρώτος προσομοιωτής

εξαιτίας του μπλε χρώματος και του ιδιότυπου σχήματός του. Στην αρχή το "μπλε κουτί" χρησιμοποιήθηκε για την ψυχαγωγία όσων ήθελαν να αποκτήσουν μια πρώτη εμπειρία πτήσης όσο το δυνατόν πιο ακίνδυνη. Όμως η σταδιακή εξέλιξή του από τον Link έκανε πολλούς

χειριστές αεροσκαφών να συνειδητοποιήσουν την ανεκτίμητη αξία του προσομοιωτή. Η κορύφωση της επιτυχίας του συστήματος ήλθε με την έναρξη του Β' Παγκόσμιου Πολέμου όταν η ζήτηση για προσομοιωτές έκανε την ασήμαντη επιχείρηση του Link τον βασικότερο προ-



Το πιλοτήριο του B-2 φωτογραφημένο από το πρωτότυπο σύστημα του προσομοιωτή προσφέρει στον πιλότο ορατότητα μεγαλύτερη από 200 μίρες. Ο νεαρός πιλότος θα βρίσκεται στην αριστερή θέση ενώ η δεξιά θα καταλαμβάνεται από τον εκπαιδευτή. Ο προσομοιωτής αυτός χρησιμοποιείται και από τους μηχανικούς για την εξέλιξη του αεροσκάφους B-2.

μηθευτή της πολεμικής αεροπορίας. Από τον Β' Παγκόσμιο Πόλεμο και μετά, ο προσομοιωτής παύει να θεωρείται είδος πολυτελείας και γίνεται απαραίτητο εργαλείο για κάθε χώρα που διαθέτει αεροπορική δύναμη. Τα αρχικά συστήματα που παρουσιάστηκαν είχαν περιορισμένες δυνατότητες χωρίς όμως αυτό να μειώνει την αξία τους αφού περιορισμένες ήταν αρχικά και οι απαιτήσεις. Ο προσομοιωτής, όπως και κάθε άλλο τεχνολογικό επίτευγμα, ακολούθησε την τεχνολογική πρόοδο και συνεχίζει να την ακολουθεί με σταδιακές εξελίξεις. Σήμερα το "μπλε κουτί" του Link έχει αντικατασταθεί από πολύπλοκα συστήματα τα οποία ελέγχονται από υπολογιστές και απαιτούν εξειδικευμένο προσωπικό και μεγάλες κτιριακές εγκαταστάσεις. Η ίδια διαφοροποίηση παρουσιάζεται και στον τομέα της χρησιμότητας του προσομοιωτή όπου οι απαιτήσεις έχουν γίνει πολύ μεγαλύτερες. Τα σενάρια προσομοίωσης ξεκινούν από μια απλή κλειστή αερομαχία δύο αεροσκαφών και κλιμακώνονται σε αερομαχίες στις οποίες εμπλέκονται έξι αεροσκάφη φτάνοντας μέχρι και σε προσομοιώσεις επιχειρήσεων πυρηνικού ή χημικού πολέμου όπου τα πληρώματα φορούν τις ειδικές προστατευτικές τους φόρμες ακόμα και μέσα στον προσομοιωτή! Όμως το εύρος της χρησιμότητας του προσομοιωτή γίνεται φανερό και από τα επίπεδα εκπαίδευσης στα οποία χρησιμοποιείται. Τα επίπεδα αυτά ποικίλουν από χώρα σε χώρα και κυμαίνονται από την αρχική επιλογή πιλότων στις εξετάσεις έως και την προετοιμασία μιας αποστολής. Στη Γαλλία, προσομοιωτές κατασκευασμένοι από την Sogitec χρησιμοποιούνται για την εξέταση των υποψήφιων πιλότων έτσι ώστε από την αρχή να επιλεγούν κάποιοι που διαθέτουν πραγματικό ταλέντο. Στην Αγγλία, οι σπουδαστές πιλότοι, πριν πετάξουν με τα μικρά στροβιλοελικοφόρα Tucano, εκπαιδεύονται εντατικά σε προσομοιωτές της Ferranti. Η Αμερικανική αεροπορία χρησιμοποιεί προσομοιωτές κατασκευασμένους από την EEC για να εκπαιδεύσει τους πιλότους της στη χρήση του συστήματος LANTIRN σε αποστολές νυχτερινής πλοήγησης/επίθεσης, πριν αυτοί συνεχίσουν με τους πανάκριβους προσομοιωτές των αεροσκαφών F-15 και F-16, στα οποία χρησιμοποιούνται τα συστήματα αυτά. Τέλος, η Ισραηλινή πολεμική αεροπορία εκπαιδεύει τους μάχιμους πιλότους σε προσομοιωτές οι οποίοι συνεχώς τροφοδοτούνται με νέα στοιχεία αεροπορικών ελιγμών

Ένα στιγμιότυπο από τη γεννήτρια εικόνων Rediffusion SP-X500 που χρησιμοποιείται στον προσομοιωτή της ΒΑε για τα αεροσκάφη Hawk.



Η ΧΡΗΣΗ ΤΩΝ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΤΩΝ ΣΤΗ ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΑΕΡΟΣΚΑΦΩΝ

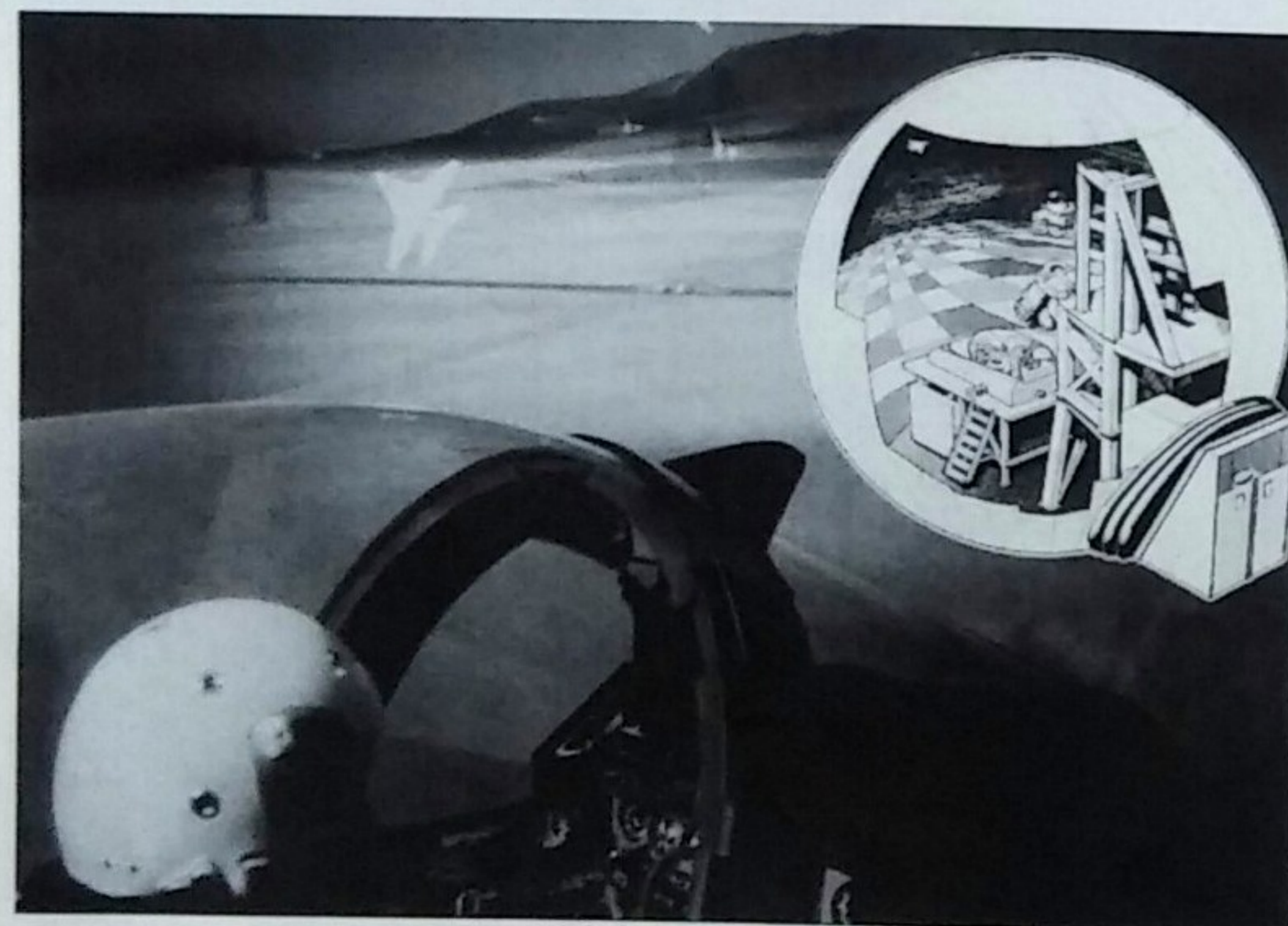
Οι εφαρμογές των προσομοιωτών εδώ και αρκετά χρόνια, με τη ραγδαία ανάπτυξη των υπολογιστών, δεν περιορίζονται μόνο στην εκπαίδευση των πιλότων, αλλά επεκτείνονται και στο σχεδιασμό των αεροσκαφών. Οι προσομοιωτές αυτοί ονομάζονται engineering simulators και παρόλο που κοστίζουν πολύ περισσότερο από τους συμβατικούς προσομοιωτές είναι πολύ χρήσιμοι για την εξαγωγή συμπερασμάτων όσον αφορά τη σχεδίαση ενός αεροσκάφους. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η χρήση προσομοιωτών στο σχεδιασμό του ελικοπτέρου LHX. Το πρόγραμμα αυτό ξεκίνησε το 1982 από την Boeing Helicopter Co. για να δώσει λύση στο πρόβλημα του μονομελούς ή διμελούς πληρώματος του ελικοπτέρου και συνεχίστηκε με εφαρμογές πάνω στους τομείς των ηλεκτρονικών αλλά και του συστήματος προώθησης. Για την επιτυχία του προγράμματος, στο οποίο σήμερα παίρνουν μέρος και οι εταιρίες McDonnell Douglas, IBM και Sikorsky εξελίχθηκε από τους επιστήμονες ένα νέο οπτικό σύστημα με την ονομασία VCASS (Visually Coupled Airborne Systems Simulator) το οποίο αναπαριστά στον πιλότο "ολόκληρο" τον εξωτερικό κόσμο από πλευράς εικόνας και ήχου. Τα στοιχεία αυτά που συλλέγονται από το κράνος του χειριστή και τους αισθητήρες του ελικοπτέρου μεταφέρονται στον κεντρικό υπολογιστή όπου γίνεται μια πλήρη επεξεργασία προκειμένου να εξαχθούν συμπεράσματα για τη συμπεριφορά των οργάνων και του ελικοπτέρου. Τα αποτελέσματα αυτά αποθηκεύονται σε μαγνητοταινίες για την περαιτέρω επεξεργασία τους από ειδικούς. Στο μέλλον ενδέχεται να χρησιμοποιηθούν προγράμματα τεχνητής νοημοσύνης τα οποία θα βοηθήσουν στην ταχύτερη εξέλιξη του ελικοπτέρου μέσω του συστήματος αυτοδιόρθωσης των λαθών.

του αντιπάλου.

Ποιοί είναι όμως οι λόγοι που κάνουν τη χρήση του προσομοιωτή τόσο διαδεδομένη; Η ενεργειακή κρίση είναι ένα πρόβλημα που έχει αρχίσει να απασχολεί την κοινωνία έντονα εδώ και αρκετά χρόνια. Από το 1977 μέχρι σήμερα, τα έξοδα καυσίμου ενός αεροσκάφους έχουν σχεδόν τριπλασιαστεί. Αν στα έξοδα αυτά προσθέσουμε και το κόστος του οπλισμού που χρησιμοποιείται στις εκπαιδευτικές αποστολές γίνεται φανερό το οικονομικό όφελος που προκύπτει από τη χρήση του προσομοιωτή για

τα βασικά στάδια της εκπαίδευσης. Σύμφωνα με υπολογισμούς, το κόστος συντήρησης και καυσίμου ενός εκπαιδευτικού αεροσκάφους είναι σχεδόν δεκαπλάσιο από το κόστος λειτουργίας και συντήρησης ενός προσομοιωτή. Τα πλεονεκτήματα όμως δεν σταματούν εδώ. Έχουμε ακούσει πολλές φορές την έκφραση "τα λάθη είναι ανθρώπινα". Αυτό σημαίνει ότι μπορούν να γίνουν και από τον εκπαιδευόμενο πιλότο, στοιχίζοντας στην καλύτερη περίπτωση την απώλεια του αεροσκάφους και στη χειρότερη τη ζωή του πιλότου. Ο προσομοιωτής

Ο προσομοιωτής JANUS-MARS της Thomson-CSF, απεικονίζει εδώ το είδωλο ενός F-16, κατά τη διάρκεια μιας αερομαχίας.



έχει το πλεονέκτημα όχι μόνο να συγχωρεί τα ανθρώπινα λάθη αλλά δίνει και τη δυνατότητα να επαναληφθούν έτσι ώστε ο εκπαιδευόμενος να καταλάβει πού ακριβώς υπάρχει πρόβλημα και να αντιδράσει καλύτερα την επόμενη φορά. Επίσης ο εκπαιδευτής μέσω του προσομοιωτή μπορεί να δημιουργήσει κρίσιμες καταστάσεις, όπως απώλεια στήριξης ή φαινόμενο windshear κατά την απο/προσγείωση, δίνοντας έτσι στον εκπαιδευόμενο την ευκαιρία να αντιμετωπίσει καταστάσεις που σε πραγματικές συνθήκες θα μπορούσαν να θέσουν σε κίνδυνο τη ζωή του και το αεροσκάφος. Επίσης σημαντικό πλεονέκτημα ενός προσομοιωτή είναι η ποικιλία των επιχειρήσεων που μπορούν να σχεδιαστούν, η οποία στα νέα συστήματα, περιορίζεται ουσιαστικά μόνο από τη φαντασία του εκπαιδευτή και τις ικανότητες του πιλότου. Τέλος η χρήση των προσομοιωτών σε προχωρημένα στάδια εκπαίδευσης επιτυγχάνεται μεγαλύτερη διαθεσιμότητα και ετοιμότητα των αεροσκαφών που θα χρησιμοποιούνται σαν εκπαιδευτικά. Έτσι η χώρα ωφελείται οικονομικά, μια και δεν υπάρχει ανάγκη αγοράς επιπλέον αεροσκαφών που θα κάλυπταν τις ανάγκες αυτές.

Αυτά είναι τα βασικότερα πλεονεκτήματα που έχουν καταστήσει τους προσομοιωτές απαραίτητο εργαλείο για την αεροπορία κάθε χώρας. Βέβαια, όπως σ' όλες τις περιπτώσεις, έτσι και εδώ υπάρχει η αντίθετη άποψη που υποστηρίζει ότι η χρήση του προσομοιωτή απομακρύνει τον εκπαιδευόμενο από τις πραγματικές συνθήκες γιατί του δίνει τη δυνατότητα να ενεργεί εκ του ασφαλούς, όμως οι απόψεις αυτές αποτελούν τώρα πια τη μειοψηφία και όχι την πλειοψηφία στους κύκλους των ειδικών.

ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ

Η αρμονική συνεργασία τριών βασικών συστημάτων συνθέτει τη λειτουργία ενός προσομοιωτή. Αυτά είναι:

- α) Το σύστημα κίνησης πάνω στο οποίο στηρίζεται η καμπίνα του πιλότου,
- β) Το οπτικό σύστημα,
- γ) Το υπολογιστικό σύστημα. Στη συνέχεια θα περιγράψουμε καθένα από τα συστήματα αυτά ξεχωριστά.

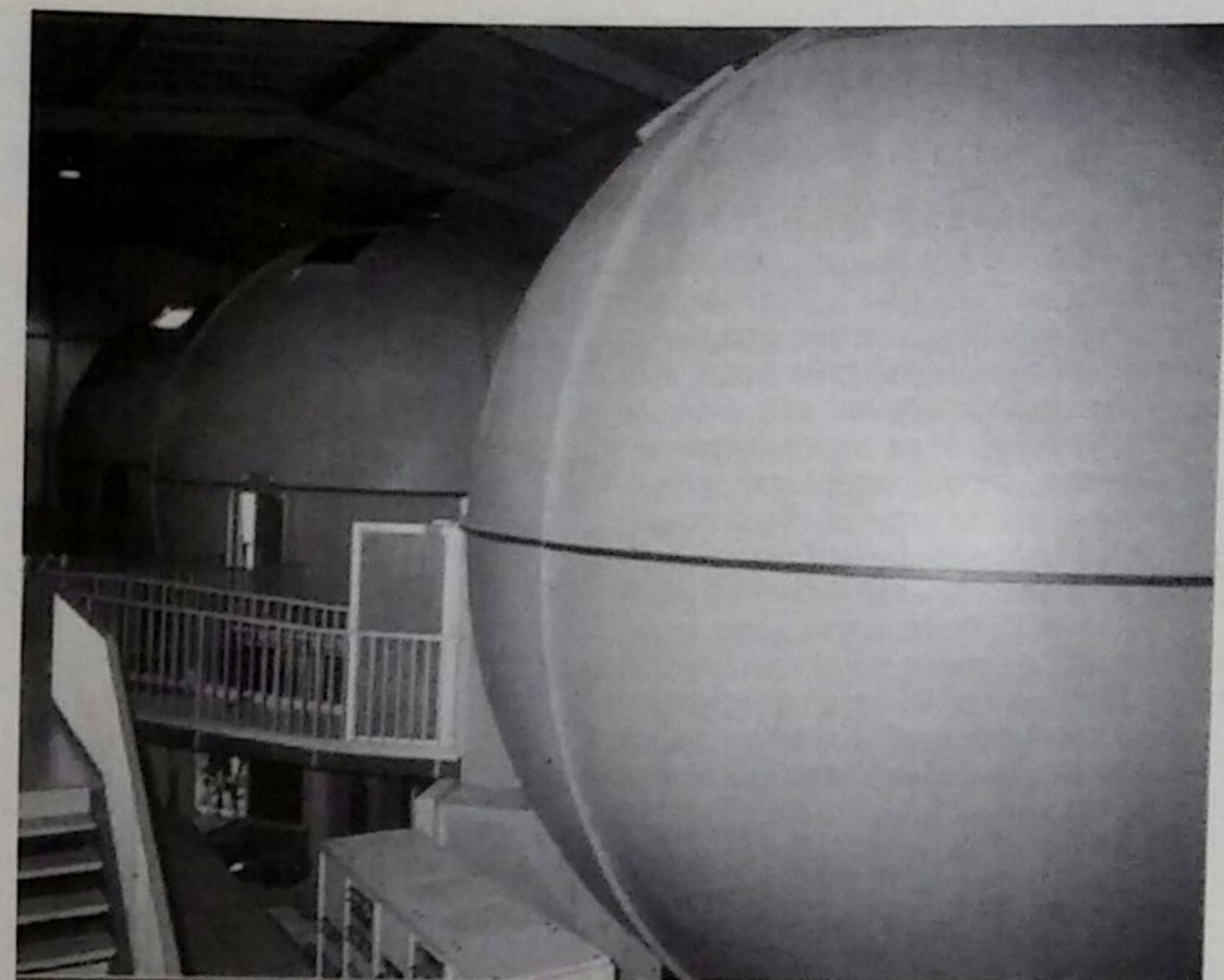
Σύστημα κίνησης

Οι μη στατικοί προσομοιωτές είναι τοποθετημένοι πάνω σε εξέδρες οι οποίες συνήθως μετατοπίζονται με υδροστατικά ελεγχόμενο σύστημα κίνησης. Το κύριο χαρακτηριστικό ενός τέτοιου συστήματος είναι οι βαθμοί ελευθερίας του, οι οποίοι συνδέονται άμεσα με την ευελιξία και την πολυπλοκότητα της κίνησης της εξέδρας. Έτσι, ενώ για έναν προσομοιωτή αρμάτων οι βαθμοί ελευθερίας είναι 3 (πάνω, κάτω, εμπρός-πίσω), για ένα αεροπλάνο οι βαθμοί ελευθερίας είναι συνήθως 6 και καλύπτουν όλες σχεδόν τις κινήσεις του. Τα υδραυλικά συστήματα στα οποία στηρίζεται η εξέδρα είναι πολύ ευαίσθητα και μπορούν να περιοριστούν κατάλληλα ώστε να προσομοιώνουν διαφορετικούς τύπους αεροσκαφών ανά-

λογα με τις ιδιαιτερότητές τους (γωνία πρόσβολής, μέγιστη γωνία στροφής κλπ.). Για τους περισσότερους προσομοιωτές έχει αποδειχθεί ότι η πιστότητα ενός τέτοιου συστήματος προσεγγίζει το 99,5%-99,7%! Πάνω στην εξέδρα βρίσκεται τοποθετημένη η καμπίνα του πιλότου (cockpit) η οποία είναι πιστό αντίγραφο του θαλάμου χειρισμού του πραγματικού αεροσκάφους. Όλα τα όργανα, τα χειριστήρια ή ακόμα και ειδικά συστήματα όπως το FLIR (Forward Looking Infrared) βρίσκονται τοποθετημένα στην ακριβή τους θέση, έτσι ώστε ο εκπαιδευόμενος να συνηθίσει τη χρήση τους όπως και στο πραγματικό αεροσκάφος. Τα καθίσματα είναι τύπου G και αναπαριστούν με μεγάλη πιστότητα τα φορτία που δέχεται ο πιλότος κατά τη διάρκεια διαφόρων ελιγμών. Μέσα στην καμπίνα είναι συνήθως συνδεδεμένη και η ηχητική εγκατάσταση η οποία, μέσω του υπολογιστή, αναπαριστά θορύβους όπως αυτός της μηχανής ή η έκρηξη εχθρικού πυραύλου ή ακόμα και το θόρυβο που ακούγεται όταν πιεσθεί ένας διακόπτης on/off! Όμως το εσωτερικό περιβάλλον θα ήταν ημιτέλες αν δεν υπήρχε και ένα ρεαλιστικό εξωτερικό περιβάλλον, τη δημιουργία του οποίου αναλαμβάνουν τα οπτικά συστήματα.

Οπτικά συστήματα

Λίγες περιοχές προσομοίωσης έχουν αναπτυχθεί τόσο ραγδαία όσο τα οπτικά συστήματα. Το γεγονός αυτό συνδέεται άμεσα με την εξίσου ραγδαία ανάπτυξη στο χώρο των υπολογιστών. Το παλιότερο από τα συστήματα αυτά, το οποίο συνεχίζει να βρίσκεται σε λειτουργία σήμερα, είναι ο συνδυασμός μιας τηλεοπτικής κάμερας και μιας μακέτας-μοντέλου του πεδίου της μάχης. Συγκεκριμένα, ειδικοί μοντελιστές κατασκευάζουν ένα διάγραμμα του πεδίου της μάχης σε αρκετά μεγάλη κλίμακα που πλησιάζει το 1/300. Στο διάγραμμα αυτό τοποθετούνται όλα τα πιθανά φυσικά ή τεχνητά στοιχεία που θα μπορούσε να συναντήσει το αεροσκάφος (δρόμοι, κτίρια, ποτάμια, λόφοι κλπ.). Πάνω από το διάγραμμα τοποθετείται η τηλεοπτική κάμερα στερεωμένη σ' ένα σύστημα κίνησης το οποίο δέχεται τις εντολές του εκπαιδευόμενου που βρίσκεται κλεισμένος σ' ένα ομοίωμα του πιλοτηρίου. Το σύστημα αυτό, αν και έχει αποδειχθεί ιδιαίτερα αποτελεσματικό και συγχρόνως οικονομικό ως προς τη συντήρηση και την αγορά, ωστόσο δεν είναι ευέλικτο μια και το διάγραμμα μπορεί να αναπαριστά μόνο περιοχές του εδάφους, κάνοντας έτσι το σύστημα κατάλληλο για άρματα ή για προσομοιώσεις αποστολών air to ground attack, και αποκλείοντας τη δυνατότητα προσομοίωσης αποστολών air to air attack ή κλειστής αερομαχίας. Το κενό αυτό έρχεται να αναπληρώσει το CGI (Computer Generated Image) το οποίο στηρίζεται στη λειτουργία υπολογιστών. Οι απεριόριστες εφαρμογές του συστήματος αυτού σε οποιαδήποτε αποστολή είναι ίσως το βασικότερο πλεονέκτημά του, χωρίς όμως να είναι το μοναδικό. Μέσω των ψηφιακών φωτογραφιών μπορούν να προσομοιωθούν λεπτομέρειες οι οποίες πραγματικά αφήνουν άναυδο τον παρατηρητή. Ο καπνός από την πυροδότηση



Προσομοιωτές της Thomson-CSF εκπαιδεύουν πιλότους της Γαλλικής Αεροπορίας στα αεροσκάφη Mirage F1 και Mirage 2000 N.

ενός πυραύλου, η σκιά του αεροσκάφους στο έδαφος, ή ακόμα οι άσχημες καιρικές συνθήκες που μπορεί να συναντήσει το αεροσκάφος κατά τη διάρκεια μιας αποστολής, είναι μερικές μόνο από τις λεπτομέρειες αυτές. Επίσης, η αλλαγή ενός σεναρίου δεν επιβάλλει τη χρονοβόρα αλλαγή της μακέτας αλλά γίνεται ακαριαία μέσω του λογισμικού με μια απλή εντολή του χειριστή εκπαιδευτή από το πληκτρολόγιο.

Τα πλεονεκτήματα αυτά έγιναν γρήγορα αντιληπτά από τους υπεύθυνους και έτσι σήμερα το σύστημα CGI έχει επικρατήσει σχεδόν καθολικά στους προσομοιωτές αεροσκαφών. Στη συνέχεια θα παρουσιάσουμε τρία από τα βασικότερα οπτικά συστήματα τα οποία βρίσκονται σήμερα σε λειτουργία.

VISA: Η κατασκευάστρια εταιρία αυτού του συστήματος είναι η Thomson-CSF, μια από τις γνωστότερες εταιρίες κατασκευής προσομοιωτών στην Ευρώπη. Η ιστορία του VISA ξεκινά το 1978 σε σχεδιαστικό επίπεδο, ενώ το 1981 γίνεται η πρώτη δοκιμή του συστήματος. Από το 1982 και έπειτα το σύστημα εισέρχεται κανονικά στην παραγωγή. Από τότε εξελίχθηκαν 4 συστήματα με κωδικούς VISA 1-2-3-4. Η οικογένεια VISA προσφέρει πολλά πλεονεκτήματα, όπως μια ποικιλία από βάσεις πληροφοριών τριών διαστάσεων, λειτουργία σε πραγματικό χρόνο με πολύ ρεαλιστική αντίληψη του βάθους, μια μεγάλη ποικιλία εικόνων οι οποίες προβάλλονται με ρυθμό 1 εικόνας κάθε 30 msec, και δυνατότητα προσομοίωσης πολλών στόχων. Κάθε μέλος της οικογένειας VISA έχει και τις δικές του ιδιαιτερότητες.

Το VISA 1 εξειδικεύεται στις εικόνες στόχων για αερομαχίες και βολές πυροβολικού. Το VISA 2 χρησιμοποιείται για εικόνες τοπιών και στόχων σε επιχειρήσεις προσέγγισης, προσγειώσης, πλοήγησης και αναχίτησης. Το

VISA 3 είναι μια εξέλιξη του VISA 2 και χρησιμοποιείται κυρίως για προσομοιώσεις επιχειρήσεων χαμηλής διείσδυσης λόγω των πολύ πειστικών και λεπτομερών εικόνων εδάφους που μπορεί να αναπαριστά. Τέλος, το VISA 4 είναι το τελευταίο δημιούργημα της Thomson-CSF και χρησιμοποιεί προηγμένο λογισμικό για να δώσει μια όσο το δυνατόν ρεαλιστικότερη απεικόνιση τόσο των κοντινών όσο και των μακρινών αντικειμένων. Επίσης έχει την ικανότητα αναπαράστασης εικόνων που προέρχονται από αισθητήρες χαμηλού φωτισμού (LLTV) ή από αισθητήρες υπερύθρων.

Και τα τέσσερα συστήματα λειτουργούν σε προσομοιωτές της Γαλλικής Αεροπορίας, ενώ ορισμένα από αυτά έχουν εξαχθεί και σε άλλες χώρες (Ιταλία, Ολλανδία).

VITAL: Το σύστημα αυτό κατασκευάζεται από την McDonnell Douglas Electronics και έχει μέχρι σήμερα παρουσιαστεί στην αγορά σε 7 τύπους VITAL I, II, III, IV, V, VI, VII. Η παραγωγή του ξεκίνησε το 1969 με το VITAL I, ενώ ακολούθησαν τα VITAL II το 1972, VITAL III το 1975, VITAL IV το 1978, VITAL V και VI το 1982. Το τελευταίο σύστημα VITAL VII εισήχθη στη φάση της παραγωγής το Νοέμβριο του 1987. Η ιδιομορφία του συστήματος αυτού είναι ότι χρησιμοποιεί το στυλ της τηλεόρασης για την αναπαράσταση των εικόνων και όχι υβριδικά καλλιγραφικά συστήματα όπως αυτά του SRX και του Image IV. Η χαμηλή σκίαση των εικόνων τους δίνει μια πιο ρεαλιστική μορφή, ενώ η ταχύτητα του συστήματος, που φτάνει τα 20 msec/εικόνα επιτυγχάνει ένα πολύ καλό animation. Τέλος αξίζει να αναφέρουμε ότι η οθόνη, στην καλύτερη ποιότητα απεικόνισης, παρουσιάζει 1.000 X 1.000 γραμμές (δηλαδή 1.000.000 pixels) για τη κάθε εικόνα. Συγκριτικά αναφέρουμε ότι το αντίστοιχο νόυμε-

ρο για μια τηλεόραση είναι περίπου 200.000-300.000 pixels. Το σύστημα VITAL έχει εξαχθεί σε πολλές χώρες (Αυστραλία, Καναδάς, Πορτογαλία, Αγγλία κλπ.) αλλά χρησιμοποιείται ιδιαίτερα από την USAF.

ESIG: Κατασκευάζεται από την Evans & Sutherland. Τα πιο διαδεδομένα μοντέλα είναι τα ESIG-500 και ESIG-1000. Το ESIG-1000 είναι ένα σύστημα που έχει κατασκευαστεί για να αναπαριστά με μεγάλη πιστότητα σκηνές χαμηλής πίεσης και αποστολές αέρα-εδάφους. Το ESIG-1000 διαθέτει μια πανίσχυρη βάση δεδομένων στην οποία αποθηκεύονται εικόνες που προέρχονται από πραγματικές φωτογραφίες οι οποίες συγκεντρώνονται από την Υπηρεσία Χαρτογράφησης του Υπουργείου Αμυνας των ΗΠΑ. Χρησιμοποιούνται επίσης αεροφωτογραφίες και φωτογραφίες δορυφόρων.

Ειδικές τεχνικές συμπίεσης εφαρμόζονται για να μεταφέρουν αυτόν τον τεράστιο όγκο πληροφοριών από τη βάση δεδομένων στο σύστημα δημιουργίας εικόνας, επιτυγχάνοντας προσομοιώσεις ταχυτήτων έως και 600 kt (1.100 km/h). Το σύστημα ESIG-1000 μπορεί να συνεργαστεί και με το οπτικό κράνος της CAE-Link. Το κράνος αυτό συνδέεται μέσω οπτικών ινών με το υπόλοιπο σύστημα και έχει τη δυνα-



Φωτογραφία από τον προσομοιωτή του ελικόπτερου LHX ενώ αυτό είναι έτοιμο να αντιμετωπίσει ένα "εχθρικό" ελικόπτερο.

τότητα να προβάλλει εικόνες παρακολουθώντας την κίνηση του κεφαλιού του πιλότου. Με το συνδυασμό αυτό ο προσομοιωτής γίνεται πολύ ευέλικτος γιατί μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για προσομοίωση όπου χρειάζεται διμελές πλήρωμα χωρίς να αλλοιώνεται η ρεαλιστικότητα της κίνησης. Το ESIG-1000, εκτός από την USAF, χρησιμοποιείται και από τη Γερμανική Πολεμική Αεροπορία για προσομοίωση των αεροσκαφών Tornado.

Η CAE είναι η κατασκευάστρια εταιρία του προσομοιωτή ενός αεροσκάφους Tornado που εμφανίζεται στη φωτογραφία αυτή.



Η τελειότητα της λεπτομέρειας στην εικόνα που έχει δημιουργηθεί από υπολογιστή. Προσέξτε τη σκίαση του αεροσκάφους στο έδαφος.

Υπολογιστικό σύστημα

Το υπολογιστικό σύστημα μπορούμε να πούμε ότι είναι ο εγκέφαλος του προσομοιωτή. Από εκεί ξεκινούν οι εντολές που καταλήγουν στο σύστημα κίνησης και στο οπτικό σύστημα ανάλογα με τις κινήσεις των χειριστηρίων από τον εκπαιδευόμενο. Οι υπερυπολογιστές που χρησιμοποιούνται για αυτό το σκοπό είναι κυρίως VAX, αν και σήμερα υπάρχουν σκέψεις για χρήση networking, δηλαδή ενός δικτύου υπολογιστών συνδεδεμένων μεταξύ τους με οπλίνο δίκτυο. Το βασικότερο πλεονέκτημα του δεύτερου συστήματος είναι ότι τα δεδομένα θα καταγράφονται εξίσου σε κάθε ένα υπολογιστή του συστήματος, αυξάνοντας έτσι την ταχύτητα επεξεργασίας, η οποία είναι δύσκολο να επιτευχθεί με mainframes επειδή απαιτείται μεγάλη υπολογιστική ισχύς που σημαίνει αύξηση του κόστους του υπολογιστή άρα και του προσομοιωτή. Η λειτουργία της κονσόλας με την οποία συνδέεται ο υπολογιστής είναι πολύ απλή και χρειάζεται ελάχιστος χρόνος εξάσκησης για να γίνει κατανοητή από τον εκπαιδευτή-πιλότο. Από τη στιγμή που αυτός γίνει γνώστης του συστήματος, έχει τη δυνατότητα άπειρων συνδυασμών στην εξέλιξη μιας αποστολής, όπως αλλαγή καιρού, τοποθέτηση φυσικού ή τεχνητού εμποδίου για να ελεγχθούν τα ανακλαστικά του πιλότου, αναπαράσταση κρίσιμων καταστάσεων (βλάβη κινητήρα, απώλεια στήριξης εμφάνιση αντίπαλου αεροσκάφους) και άπειρες άλλες περιπτώσεις που για να τις αναφέρουμε θα χρειαζόμασταν ολόκληρο βιβλίο.

ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Η εξέλιξη των προσομοιωτών είναι τόσο αλματώδης που κάθε πρόβλεψη για το μέλλον θα ήταν παρακινδυνευμένη. Κάθε νέα τεχνολογία στο χώρο των υπολογιστών και της εικόνας θα έχει τον αντίκτυπό της στα συστήματα προσομοίωσης. Έτσι για το άμεσο μέλλον μπορούμε μόνο να φανταστούμε τους προσομοιωτές της νέας γενιάς που θα λειτουργούν με "νοήμονα" υπολογιστικά συστήματα στη θέση του "εχθρικού" αεροσκάφους, τα οποία θα τελειοποιούνται από τα λάθη τους και έτσι κάθε φορά η αντιμετώπισή τους θα είναι δυσκολότερη. Ακόμα μπορούμε να φανταστούμε εικόνες ανάλυσης εκατομμυρίων ρικέλ ή και ολογράφημα των αεροσκαφών και των τοπιών. Όμως όλα αυτά είναι υποθετικά, και έτσι θα ήταν πιο σκόπιμο να περιμένουμε τις εξελίξεις, οι οποίες απ' ό,τι φαίνεται δεν θα αργήσουν να εμφανιστούν.

(Επάνω) Εικόνα από το σύστημα χαμηλού κόστους MicroPOLY II της Hughes. (Κάτω) Η εικόνα αυτή έχει δημιουργηθεί από ένα σύστημα VAX II/780 το οποίο συνεργάζεται με το σύστημα εικόνας VITAL VII.