

ΑΕΡΟΝΑΥΤΙΚΗ

ΤΕΥΧΟΣ 32 - ΜΑΡΤΙΟΣ 1991 - ΔΡΧ. 400

& ΑΜΥΝΑ

ΑΜΥΝΑ ΑΡΧΙΠΕΛΑΓΟΥΣ ΚΑΙ ΣΥΝΔΥΑΣΜΕΝΕΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΙΣ

**ΕΠΑΝΑΣΤΑΤΙΚΟ
ΡΑΝΤΑΡ ΓΙΑ ΤΗΝ
ΑΝΙΧΝΕΥΣΗ
ΤΩΝ ΑΟΡΑΤΩΝ
ΑΕΡΟΣΚΑΦΩΝ!**

**ΠΑΘΗΤΙΚΑ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ
ΑΥΤΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ
ΑΕΡΟΣΚΑΦΩΝ**

**ΑΛΕΞΙΠΤΩΤΑ
ΦΥΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ
ΚΑΙ ΕΞΕΛΙΞΗ**

**AURORA
ΤΟ ΚΑΤΑΣΚΟΠΕΥΤΙΚΟ
ΤΩΝ 5 MACH**



**ΕΠΙΓΕΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΕΡΑΜΥΝΑΣ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΗΥΔ ΣΤΗΝ ΠΟΛΙΤΙΚΗ ΑΕΡΟΠΟΡΙΑ**

ΑΕΡΟΝΑΥΤΙΚΗ & ΑΜΥΝΑ



62

ΕΞΟΦΥΛΛΟ

Τα αεροσκάφη F-16 της Πολεμικής Αεροπορίας θα αποτελέσουν έναν από τους βασικούς μαχούς του αμυντικού σχεδιασμού της χώρας μας.



30



34



38

ΑΡΘΡΑ

22 ΑΛΕΞΙΠΤΟΤΑ: ΦΥΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΚΑΙ ΕΞΕΛΙΞΗ

Αλέξανδρος Λούφας

30 ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΥΤΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΑΕΡΟΣΚΑΦΩΝ

Ιωάννης Μουρατίδης

38 ΕΠΙΓΕΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΕΡΑΜΥΝΑΣ

Χαράλαμπος Τσουράκης

46 ΕΠΑΝΑΣΤΑΤΙΚΟ ΡΑΝΤΑΡ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΙΧΝΕΥΣΗ ΤΩΝ ΑΟΡΑΤΩΝ ΑΕΡΟΣΚΑΦΩΝ

Πέτρος Αλεξοπουλος

52 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΗΥΔ ΣΤΗΝ ΠΟΛΙΤΙΚΗ ΑΕΡΟΠΟΡΙΑ

Θανάσης Στάμου

58 AURORA: ΤΟ ΚΑΤΑΣΚΟΠΕΥΤΙΚΟ ΤΩΝ 5 ΜΑΧΗ

Θανάσης Στάμου

62 ΑΜΥΝΑ ΑΡΧΙΠΕΛΑΓΟΥΣ ΚΑΙ ΣΥΝΔΥΑΣΜΕΝΕΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΙΣ

Τάσος Συμεωνίδης

ΜΟΝΙΜΕΣ ΣΤΗΛΕΣ

4 EDITORIAL

5 ΝΕΑ

ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΥΤΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΑΕΡΟΣΚΑΦΩΝ

Σε μια σύγχρονη πολεμική επιχείρηση, πιλότος και αεροσκάφος πρέπει να αντιμετωπίσουν πολλαπλές απειλές που προέρχονται από πυραύλους και πυροβόλα. Στην προσπάθειά του ο πιλότος να αντιμετωπίσει τις απειλές αυτές έχει σαν σύμμαχο εξελιγμένα συστήματα παραπλάνησης που μπορούν να αποτρέψουν μια μοιραία συνάντηση αεροσκάφους και πυραύλου.

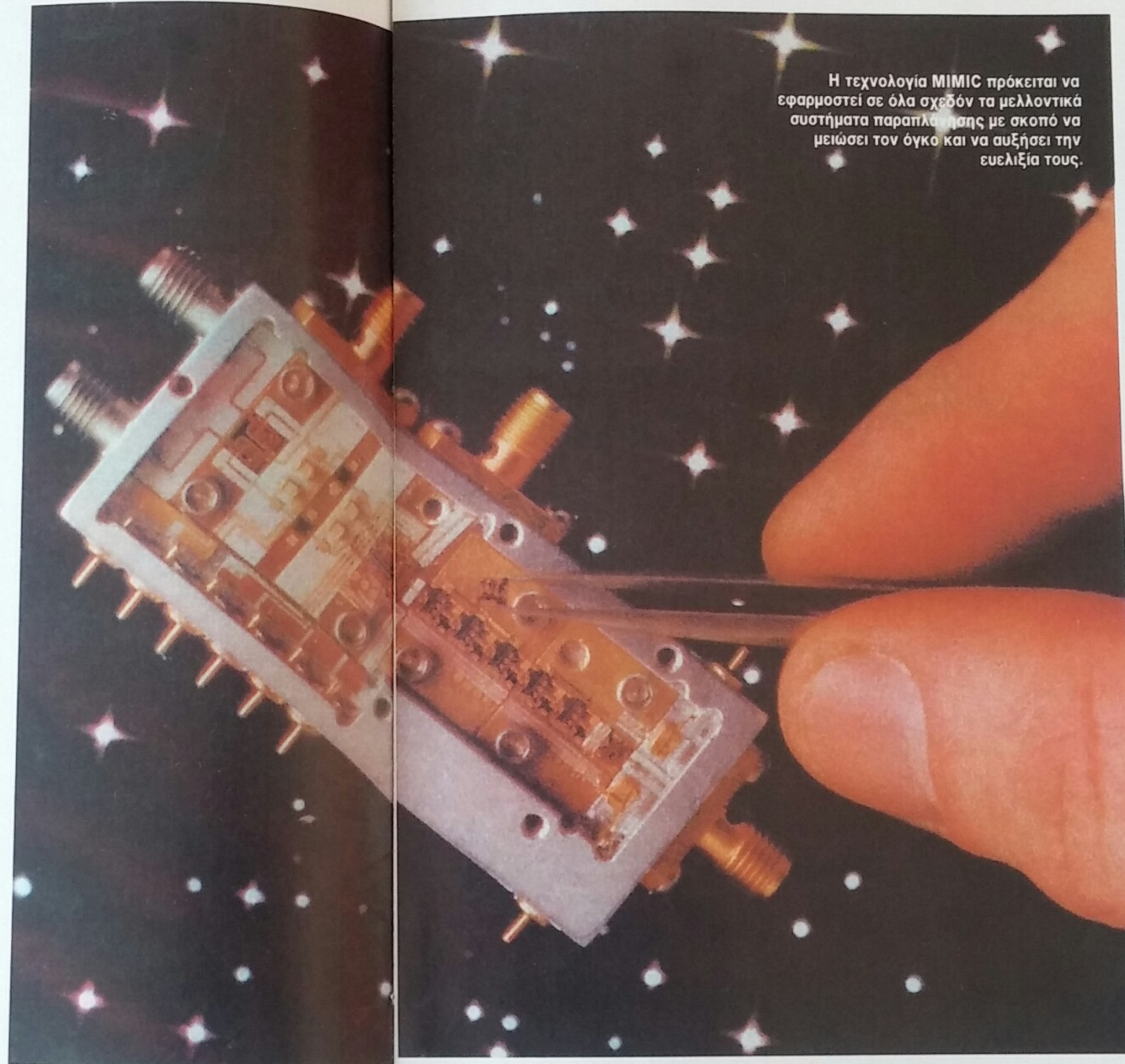
ΙΩΑΝΝΗΣ ΜΟΥΡΑΤΙΔΗΣ
Φυσικός



Στο φυσικό περιβάλλον είναι πασίγνωστο φαινόμενο το οποίο εντυπωσιάζει αλλά και έχει τεράστια σημασία. Πρόκειται για την παραπλάνηση, που επιτυγχάνεται κυρίως με τη μέθοδο της χρωματικής παραλλαγής, η οποία είναι επίσης γνωστή και σαν καμουφλάζ.

Η τέχνη του καμουφλάζ σύντομα πέρα-

Το σύστημα Gen-X της Texas Instruments είναι ένα ενεργητικό σύστημα που εκτοξεύεται από συμβατούς εκτοξευτές chaff/φωτοβολιδών για να προστατεύσει αεροσκάφη από πυραύλους ημιενεργού καθοδήγησης.



Η τεχνολογία MIMIC πρόκειται να εφαρμοστεί σε όλα σχεδόν τα μελλοντικά συστήματα παραπλάνησης με σκοπό να μειώσει τον όγκο και να αυξήσει την ευελιξία τους.

ευρύτερα γνωστές, αποτελούν την καλύτερη μέθοδο από πλευράς κόστους-απόδοσης για να παραπλάνησουν ένα ραντάρ ή το σύστημα καθοδήγησης ενός πυραύλου. Αν θέλαμε να δώσουμε ένα ορισμό για τα decoys, θα μπορούσαμε να πούμε ότι είναι μικρές συσκευές που εκτοξεύονται από το αεροσκάφος με σκοπό να μμηθούν την υπέρυθρη ακτινοβολία του ή να ανακλάσουν σήματα αντίπαλων ραντάρ. Αν η μίμηση είναι επιτυχής, τότε ο επερχόμενος πύραυλος ενδέχεται να "προτιμήσει" το "δόλωμα" και όχι το αεροσκάφος που το εκτόξευσε.

Στη συνέχεια του άρθρου αυτού θα γίνει μια αναλυτική παρουσίαση νέων και παλιών συστημάτων που χρησιμοποιούνται σήμερα για την παθητική αυτοπροστασία των μαχητικών αεροσκαφών.

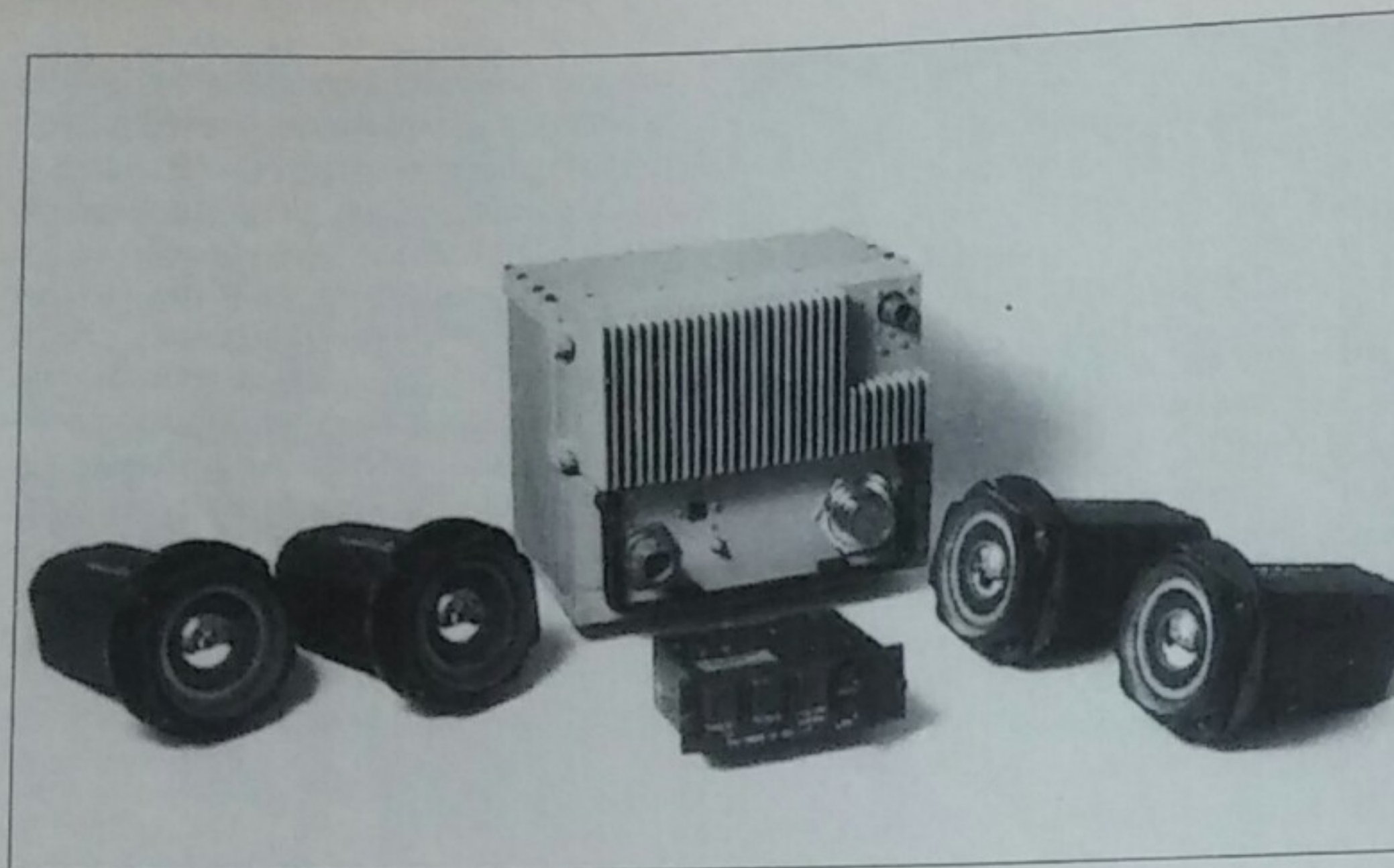
CHAFF ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΚΤΟΞΕΥΣΗΣ

Η πρώτη εμφάνιση των chaff γίνεται κατά τη διάρκεια του Β' Παγκόσμιου Πολέμου. Το σύστημα των chaff αποτελείται από λεπτά διπολικά νήματα τα οποία είναι κατασκευασμένα από υλικό ειδικό στην ανάκλαση των ραδιοσυχνότητων. Τα νήματα αυτά εκτοξεύονται από το αεροσκάφος που τα μεταφέρει είτε κατόπιν εντολής του πιλότου είτε αυτόματα όταν η απειλή εντοπιστεί από το σύστημα προειδοποίησης. Η χρήση των chaff αποσκοπεί στην αυτοπροστασία του αεροσκάφους η οποία επιτυγχάνεται είτε με τη δημιουργία ψευδών στόχων που οδηγούν στην παραπλάνηση των εχθρικών ραντάρ προειδοποίησης και των συστημάτων εγκλωβισμού/πυροδότησης του εχθρικού αεροσκάφους ή πυραύλου, είτε με την απόκρυψη του αεροσκάφους από το ραντάρ. Επιπροσθέτως, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να δημιουργήσουν στον αντίπαλο την εντύπωση ότι εξελίσσεται η κύρια επιχείρηση ενώ η πραγματική επιχείρηση εκδηλώνεται κάπου αλλού. Το ρόλο αυτό, τα τελευταία χρόνια, έχουν αναλάβει κυρίως ενεργητικά συστήματα παρεμβολών. Η αποτελεσματικότητα των chaff εξαρτάται από ένα μεγάλο εύρος παραγόντων, ο σημαντικότερος από τους οποίους είναι το μήκος των νημάτων το οποίο θεωρητικά θα πρέπει να είναι 1,5 φορές μεγαλύτερο από το μήκος κύματος της συχνότητας του ραντάρ. Εύκολα γίνεται κατανοητό ότι για διαφορετικά ραντάρ απαιτούνται και διαφορετικά μήκη διπόλων. Πολλές λύσεις έχουν επινοηθεί για την αντιμετώπιση του προβλήματος αυτού. Ένας μηχανισμός που έχει εξελιχθεί από την Lundy Electronics με χαρακτηριστικά ALE-43 δίνει τη δυνατότητα στον πιλότο να επιλέξει κατά τη διάρκεια της πτήσης το μήκος του νήματος αφού προηγουμένως αναγνωριστεί η συχνότητα του εχθρικού ραντάρ. Η κομψή και φθηνή συγχρόνως λύση της Lundy Electronics βρίσκει εφαρμογή σε μια σχετικά μικρή ομάδα ραντάρ. Αντίθετα, το σύστημα της MBA με κωδικό ALE-38/41 εκτοξεύει νήματα προκαθορισμένων μηκών που καλύπτουν όλο το φάσμα γνωστών συ-

σε στα χέρια της επιστήμης και μάλιστα γνώρισε σημαντική πρόοδο κατά τον Β' Παγκόσμιο Πόλεμο, ιδιαίτερα από την πλευρά των Γερμανών. Η χρωματική παραλλαγή χρησιμοποιήθηκε τόσο σε αεροσκάφη όσο και σε οχήματα εδάφους και πλοία με ιδιαίτερη επιτυχία, η οποία καταδεικνύεται και από τη χρήση της μέχρι σήμερα. Η τεχνολογία του ραντάρ, όμως, που χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά στο πεδίο της μάχης το 1942, έδωσε ένα καίριο πλήγμα στην ασφάλεια που του προσέφερε το καμουφλάζ. Δύο συστήματα ραντάρ αναπτύχθηκαν από τους Γερμανούς: το ένα με την ονομασία Freya, εξόπλισε επίγειες βάσεις και το άλλο, με την ονομασία Lichtenstein, χρησιμοποιήθηκε

από τα αεροσκάφη της Luftwaffe. Με τη χρήση των υποτυπωδών αυτών ραντάρ, οι απώλειες των συμμάχων έφτασαν σε πολύ υψηλά επίπεδα, γεγονός που ανάγκασε τους επιστήμονες να στραφούν σε έρευνες για νέες τεχνικές παραλλαγής και απόκρυψης. Με την πάροδο του χρόνου, υπήρξαν διαδοχικές εξελίξεις συστημάτων εντοπισμού και συστημάτων αυτοπροστασίας, οι οποίες υπάγονταν στη λογική κυνηγός-θήραμα.

Σήμερα, η μέθοδος της χρωματικής παραλλαγής, αν και συνεχίζει να χρησιμοποιείται, παίζει σίγουρα δευτερεύοντα ρόλο στην αυτοπροστασία ενός αεροσκάφους. Οι συσκευές παραπλάνησης ή decoys όπως είναι



Το παθητικό σύστημα προειδοποίησης για επερχόμενους πυραύλους AAR-47 της Loral.

χνοτήτων ραντάρ, όμως αυτό το σύστημα είναι απαγορευτικό για πολλά αεροσκάφη λόγω του βάρους του - περίπου 125 kg - αλλά και του υψηλού του κόστους.

Ένα φαινόμενο γνωστό σαν "birdnesting" περιγράφει την παραμόρφωση του νέφους εξαιτίας της ιδιαιτερότητας των διπόλων να προσκολλώνται το ένα στο άλλο και λόγω της θερμότητας που αναπτύσσεται κατά την εκτόξευση των chaff από το αεροσκάφος. Η αντιμετώπιση του φαινομένου αυτού γίνεται με τη χρήση εξελιγμένων υλικών που αντέχουν στις υψηλές θερμο-

κρασίες. Τέλος ένας σημαντικός παράγοντας που καθορίζει την αποτελεσματικότητα του συστήματος είναι ο χρόνος αντίδρασης στην επικείμενη απειλή, ο οποίος εξαρτάται από το σύστημα προειδοποίησης του αεροσκάφους (ESM) αλλά και από την ταχύτητα με την οποία θα αντηδράσει ο μηχανισμός εκτόξευσης των chaff. Σε αυτό το σημείο πρέπει να υπενθυμίσουμε ότι οι χρόνοι μέσα στους οποίους διαδραματίζονται όλες αυτές οι ενέργειες είναι της τάξης των μερικών δευτερολέπτων.

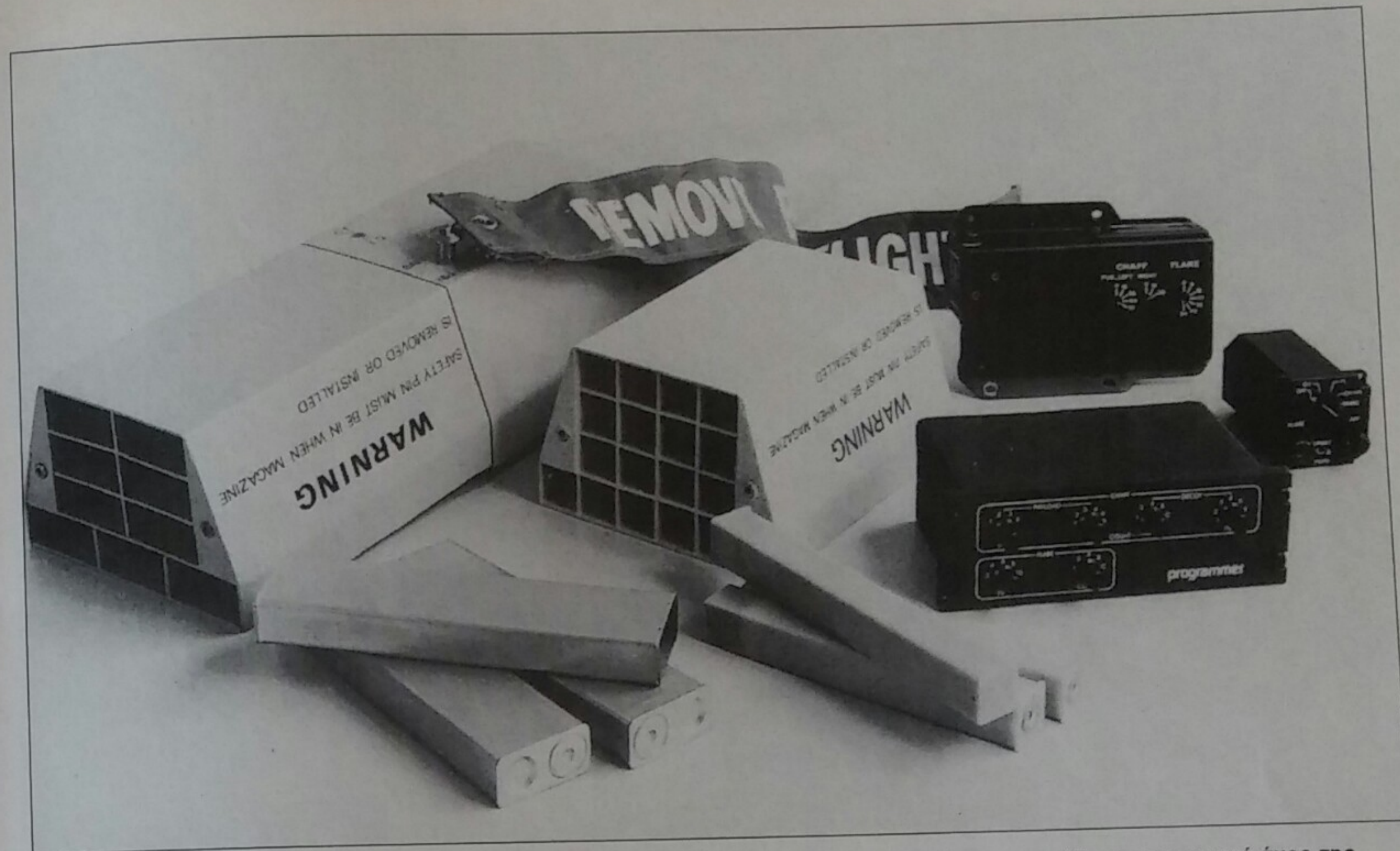
Σήμερα, μια μεγάλη ποικιλία από συστή-

ματα εκτοξευτών chaff διατίθεται στο εμπόριο ή παράγεται κατά παραγγελία, επειδή κάθε αεροσκάφος έχει τις δικές του ιδιαιτερότητες ως προς τα όρια χώρου και αεροδυναμικής. Για παράδειγμα, η Boeing σχεδίασε το ALE-25 για το B-52, η Grumman το ALE-32 για το EA-6 και η General Dynamics το ALE-28 για το F-111. Ένας γνωστός εκτοξευτής είναι ο ALE-40 ο οποίος αποτελεί μόνιμο εξοπλισμό αεροσκαφών όπως τα F-4, F-5, F-16, A-7, A-10. Η τελευταία εξέλιξη στον τομέα αυτό είναι ο εκτοξευτής ALE-47 της Tracor, ο οποίος αναμένεται να αντικαταστήσει τα παλιότερα συστήματα ALE-39B και ALE-40 της ίδιας εταιρίας. Ο ALE-47 μπορεί να λειτουργήσει αυτόματα, ημιαυτόματα και χειροκίνητα, αλλά η πραγματική καινοτομία του συστήματος είναι η δυνατότητα προγραμματισμού "έξυπνων δολωμάτων" πριν αυτά εκτοξευθούν. Οι δοκιμές ανάμετα να αρχίσουν τον Απρίλιο του 1991 και τα πρώτα συστήματα θα παραδοθούν το 1992 ή 1993.

Στην Αγγλία, οι πιο γνωστές εταιρίες στον τομέα αυτό είναι οι AEL, BAe, Marconi Defence Systems και η MEL. Οι εταιρίες αυτές παράγουν μια ποικιλία εξοπλισμού για τις βρετανικές δυνάμεις και για εξαγωγές. Επίσης η BEAB και η SAAB της Σουηδίας είναι μεταξύ των μεγάλων προμηθευτών. Η BEAB μάλιστα κατασκευάζει το σύστημα BOZ100 το οποίο έχει σημειώσει μεγάλη εξαγωγική επιτυχία. Άλλες χώρες που κατασκευάζουν συστήματα εκτόξευσης chaff είναι το Ισραήλ, η Γερμανία, η Ιταλία, η Γιουγκοσλαβία κ.α. Καθώς τα συστήματα ραντάρ συνεχώς βελτιώνονται, απαραίτητη θεωρείται και η βελτίωση των συστημάτων chaff με microchip τα οποία θα ανιχνεύουν τις συχνότητες των ραντάρ και έπειτα θα προσαρμόζονται κατάλληλα ώστε να αντιμετωπίσουν την επερχόμενη απειλή. Οι βελτιώσεις αυτές αναμένονται στο τέλος του αιώνα, προσδιορίζοντας στα chaff περισσότερο ενεργητικό χαρακτήρα από το σημερινό.

FLARES

Μια σοβαρή απειλή για ένα αεροσκάφος είναι οι πύραυλοι που καθοδηγούνται προς το στόχο ανιχνεύοντας την υπέρυθρη ακτινοβολία που εκπέμπει αυτός. Τα flares (φωτοβολίδες) είναι το καλύτερο ίσως παθητικό μέσο για την αντιμετώπιση της απειλής αυτής. Οι φωτοβολίδες, καθώς καίγονται, εκπέμπουν υπέρυθρη ακτινοβολία λόγω της υψηλής θερμοκρασίας που αναπτύσσεται, προσομοιάζοντας έτσι τα καυσαέρια του κινητήρα του αεροσκάφους. Δυστυχώς το μέτρο αυτό δεν είναι πια πολύ αποτελεσματικό εναντίον των σύγχρονων θερμοανιχνευτικών συστημάτων του πυραύλου, τα οποία από τη στιγμή που εντοπίζουν το στόχο, διατηρούν ένα μικρό οπτικό κώνο, έτσι ώστε ο πύραυλος να ακολουθήσει το αεροσκάφος και όχι τις φωτοβολίδες που έχουν διασκορπιστεί πίσω από αυτό. Βέβαια η εκτόξευση πολλών φωτοβολίδων δίνει αρκετές πιθανότητες ώστε τουλάχιστον μια από αυ-



Ένα τυπικό σύστημα εκτόξευσης με φωτοβολίδες και chaff. Οι φωτοβολίδες είναι οι μεγαλύτερες μονάδες στο αριστερό άκρο της εικόνας.

τές να βρεθεί μέσα στον οπτικό κώνο του πυραύλου. Όμως είναι φανερό ότι μια τέτοια κίνηση θα μπορούσε να αποβεί μοιραία για ένα αεροσκάφος που επιχειρεί χαμηλά πάνω από την πολεμική ζώνη, όπου η δυσκολία εντοπισμού του είναι το ασφαλέστερο μέσο για την επιβίωσή του. Τα προβλήματα αυτά έχουν οδηγήσει τις κατασκευάστριες εταιρίες σε συστήματα περισσότερο ενεργητικά π.χ. IR jammers, με τα οποία όμως δεν θα ασχοληθούμε σε αυτό το άρθρο.

THREAT WARNING

Για να μπορέσουν τα συστήματα που προαναφέραμε να επιτελέσουν το έργο τους, πρέπει να ισχύει η πολύ σημαντική προϋπόθεση, ότι ο χειριστής του αεροσκάφους γνωρίζει για την επερχόμενη απειλή έτσι ώστε να προβεί στις κατάλληλες ενέργειες. Αυτό ισχύει τόσο για τις τακτικές επιχειρήσεις όσο και για τις αερομαχίες. Και στις δύο περιπτώσεις είναι αναμφισβήτητο ότι ο πρωτεύων κίνδυνος για το αεροσκάφος προέρχεται από τους πυραύλους που καθοδηγούνται από την υπέρυθρη ακτινοβολία η οποία οφείλεται στα καυσαέρια του αεροσκάφους αλλά και στη θερμότητα που αναπτύσσεται στον κινητήρα του εξαιτίας της καύσης. Αντίθετα με τους "συναδέλφους" τους που καθοδηγούνται στο στόχο με ραντάρ, οι πύραυλοι αυτοί κατευθύνονται παθητικά και μέχρι αυτή τη στιγμή δεν υπάρχει εξοπλισμός σε υπηρεσία που θα μπορούσε σίγουρα να προειδοποιήσει τον πιλότο

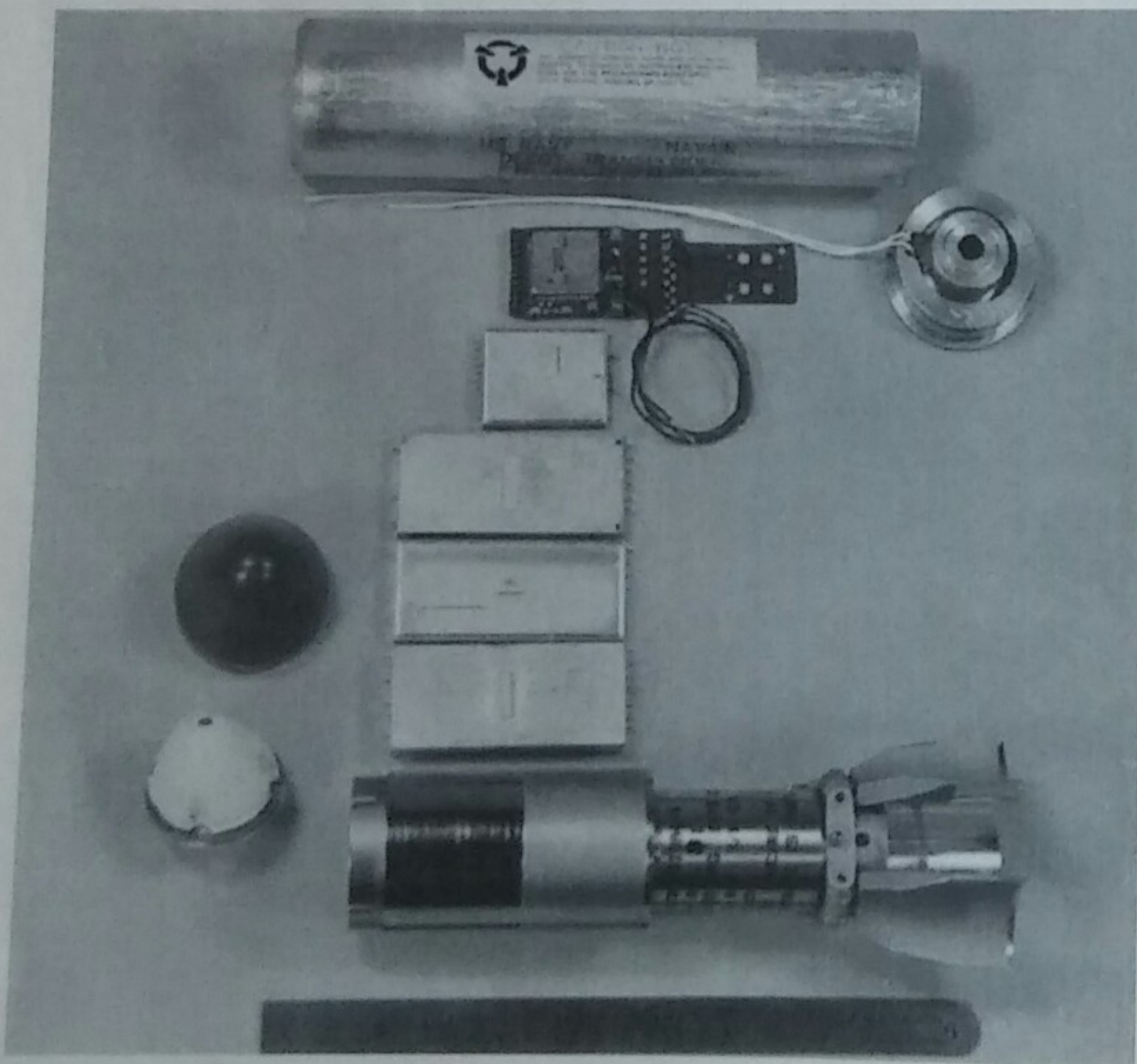
για την προσέγγισή τους. Για την αντιμετώπιση αυτής της απειλής, βρίσκονται σε εξέλιξη πολλά συστήματα τα οποία λειτουργούν παθητικά, ενεργητικά ή υβριδικά. Τα ενεργητικά συστήματα στηρίζουν τη λειτουργία τους σε ένα Doppler ραντάρ. Τα παθητικά συστήματα MAWS (Missile Approach Warning System) αποτελούνται από έναν ανιχνευτή υπερέυθρων και από ένα ισχυρό υπολογιστικό σύστημα. Ο ανιχνευτής εντοπίζει πηγές θερμότητας ανάμεσα στις οποίες μπορεί να είναι και ο κινητήρας ενός πυραύλου. Οι συντεταγμένες των θέσεων που εντοπίζονται δίνονται στο υπολογιστικό σύστημα, το οποίο, αφού τις συγκρίνει και καθορίσει την τροχιά, ειδοποιεί το χειριστή αν πρόκειται για επερχόμενη απειλή. Τέλος, τα υβριδικά συστήματα, συνδυάζοντας τις δύο παραπάνω τακτικές, χρησιμοποιούν ανιχνευτή υπερέυθρων για ανίχνευση σε μεγάλη απόσταση και ένα Doppler ραντάρ για τον εγκλωβισμό.

Δύο παθητικά συστήματα που βρίσκονται αυτή τη στιγμή σε εξέλιξη είναι τα AAR-44 της Cincinnati Electronics Corp. ειδικά κατασκευασμένο για ελικόπτερα και μεταφορικά αεροσκάφη, και το AAR-47 της Loral το οποίο βρίσκεται στο στάδιο της παραγωγής. Όσο και αν φαίνεται παράξενο, το μέλλον ανήκει στα παθητικά συστήματα προειδοποίησης, τα οποία συνδυάζονται τέλεια με αεροσκάφη όπως το YF-22 της Lockheed, το YF-23 της Northrop και ακόμα τα B-2 και F-117A, όπου και το παραμικρό ίχνος ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας είναι ανεπιθύ-

μητο και επιζήμιο. Εκτός από τα ονόματα εταιριών (General Electric, Loral, και Texas Instruments) ελάχιστα στοιχεία είναι γνωστά για τα συστήματα SAWS (Silent Attack Warning System) αφού οι εταιρίες αυτές θεωρούν τα σχέδιά τους άκρως απόρρητα. Πάντως είναι γνωστό ότι πρωτότυπα των εν λόγω συστημάτων ήδη έχουν αρχίσει τις δοκιμές. Ενδιαφέρον για παθητικά συστήματα προειδοποίησης δείχνουν και Ευρωπαϊκές εταιρίες κατασκευής που θα μπορούσαν να εξοπλίσουν μαχητικά αεροσκάφη όπως το EFA ή το επιθετικό ελικόπτερο LHX. Προς το παρόν, λόγοι ασφαλείας απαγορεύουν στις εταιρίες να αναφερθούν σε οποιαδήποτε πρόοδο έχει σημειωθεί στα συστήματα αυτά.

POET ΚΑΙ TAAED

Στις αρχές της δεκαετίας του 80, η εταιρία Lockheed Sanders σχεδίασε και ανέπτυξε για το ναυτικό των ΗΠΑ ένα νέο σύστημα παραπλάνησης με την ονομασία POET (Primed Oscillator Expendable Transponder). Το σύστημα αυτό είναι συμβατό με τους εκτοξευτές φωτοβολίδων και chaff και παρόλο που αποτελείται από κεραία, πηγή ενέργειας, πομπό και δέκτη, μεταφέρεται σε ένα θαλαμίσκο που ζυγίζει μόλις 0,5 kg. Η συσκευή αφού εκτοξευτεί από το αεροσκάφος, δέχεται τα σήματα που εκπέμπονται από το ραντάρ ανίχνευσης ή το επίγειο ή εναέριο ραντάρ εγκλωβισμού. Έπειτα, εκτελώντας ελεύθερη πτώση, ενι-



Άλλη μια φωτογραφία του Gen-X της Texas Instruments το οποίο χρησιμοποιεί μικροκυκλώματα Ga/As.



(Επάνω) Το σύστημα ALE-47 της Tracor. Οι μονάδες με τις κυκλικές οπές είναι σχεδιασμένες για το Ναυτικό, ενώ οι μονάδες με τις τετράγωνες οπές είναι σχεδιασμένες για την αεροπορία. (Δεξιά) Το σύστημα SAWS (Silent Attack Warning System) της Loral ανήκει στην κατηγορία των παθητικών συστημάτων υπέρυθρου.

σχύει και αναμεταδίδει το σήμα που δέχθηκε παρασύροντας την επερχόμενη απειλή προς το έδαφος. Λαμβάνοντας υπόψη την τεχνολογία που υπήρχε στις αρχές της δεκαετίας του 80, το POET αποτελεί μια αρκετά σημαντική επιτυχία, χωρίς όμως αυτό να σημαίνει ότι δεν έχει και μειονεκτήματα, τα βασικότερα από τα οποία είναι δύο:

1. Οι συχνότητες που μπορεί να εκπέμψει είναι περιορισμένες.

2. Ο χρόνος που διαρκεί η ελεύθερη πτώση του είναι μικρός και έτσι χρειάζονται συχνές εκτοξεύσεις POETS, των οποίων ένας μικρός μόνο αριθμός μπορεί να μεταφερθεί από το αεροσκάφος. Για την αντιμετώπιση των προβλημάτων αυτών παρουσιάστηκαν δύο διαφορετικές λύσεις ώστε τα παραπλανητικά συστήματα να αποκτήσουν ικανοποιητική επιχειρησιακή ευελιξία. Η πρώτη είναι η προώθηση του συστήματος με πυραυλοκινητήρα, η δεύτερη και περισσότε-



ρο ρεαλιστική είναι η ρυμούλκηση του συστήματος από το αεροσκάφος-φορέα. Το σύστημα TAAED (Towed Advanced Airborne Expendable Decoy) έχει προκαλέσει πολλές αντιδράσεις στους στρατιωτικούς κύκλους. Το βασικότερο πρόβλημα που αντιμετωπίζεται είναι το απαγορευτικό βάρος του καλωδίου ρυμούλκησης του οποίου το ελά-

(Απέναντι σελίδα-επάνω) Εντυπωσιακή φωτογραφία ενός CH-53C των Αμερικανών πεζοναυτών ενώ εκτοξεύει φωτοβολίδες. (Κάτω) Σύστημα εκτόξευσης chaff τοποθετημένο σε ένα χιλιανό καταδιωκτικό, σε δοκιμαστική βολή.



χιστο μήκος θα πρέπει να είναι 300 m για να προστατευθεί το αεροσκάφος από το ωστικό κύμα της έκρηξης και από τα θραύσματα του εκρηγνυόμενου πυραύλου. Επίσης το καλώδιο ρυμούλκησης θα πρέπει να είναι από πολύ ανθεκτικό υλικό ώστε όχι μόνο να υποστηρίζει το δικό του βάρος αλλά και να αντιμετωπίζει τις ισχυρές δυνάμεις που αναπτύσσονται από την αντίσταση του αέρα αλλά και από τους ελιγμούς του αεροσκάφους. Οι πιλότοι, υποστηρίζουν, και μάλλον δίκαια, ότι οι προαναφερόμενοι παράγοντες θα επηρεάσουν σε μεγάλο βαθμό την ευελιξία και την αξιοπιστία του αεροσκάφους. Οι κατασκευαστές, από την άλλη πλευρά, υποστηρίζουν ότι ο πιλότος θα έχει τη δυνατότητα να αποκόψει το καλώδιο ρυμούλκησης όταν παρουσιαστεί κίνδυνος. Τα προβλήματα όμως δεν παύουν να υπάρχουν, καθώς η τοποθέτηση του συστήματος περιορίζει πάρα πολύ και τον ελεύθερο χώρο για οπλισμό. Ένα σύγχρονο μαχητικό αεροσκάφος διαθέτει τέσσερις έως έξι πτερυγικούς πυλώνες και έναν στην άτρακτο. Σε μια συνθησιμένη πολεμική επιχείρηση όπου χρησιμοποιούνται ηλεκτρονικά συστήματα, ο κεντρικός πυλώνας καταλαμβάνεται από τα συστήματα ηλεκτρονικών παρεμβολών και αντιμετρώων. Δύο πτερυγικοί πυλώνες φέρουν τους εκτοξευτές φωτοβολιδών και chaff, οπότε ένας ακόμα πυλώνας είναι απασχολημένος με το TAAED, τότε η δυνατότητα του αεροσκάφους για μεταφορά οπλισμού μειώνεται στο μισό, για να μη αναφέρουμε το ενδεχόμενο η αποστολή να απαιτεί και εξωτερικές δεξαμενές καυσίμου. Τέλος, αν κάποιος πύραυλος καταστρέψει το σύστημα, το αεροσκάφος παραμένει ακάλυπτο για 1 περίπου λεπτό μέχρι να εκτοξευτεί ένα καινούργιο. Αν και τα προβλήματα που προκύπτουν είναι πολλά, αρκετές εταιρίες, τόσο Ευρωπαϊκές όσο και Αμερικανικές, ασχολούνται με την ανάπτυξη συστημάτων TAAEDS. Η εταιρία SAAB εργάζεται πάνω σε ένα ρυμουλκούμενο σύστημα παραπλάνησης το οποίο θα μπορεί να συνδέεται με το αεροσκάφος είτε μέσω καλωδίου είτε με οπτικές ίνες που θα μεταδίδουν ψηφιακά σήματα προερχόμενα από το ESM (Electronic Support Measures) κατευθειάν στο ηλεκτρονικό κύκλωμά του. Μια από τις μεγαλύτερες ρυμουλκούμενες συσκευές παραπλάνησης βρίσκεται στο στάδιο των δοκιμών στις ΗΠΑ με το όνομα Big Boy και αποτελεί συνεργασία των εταιριών Boeing και Tracor. Το σύστημα διαθέτει δικό του κινητήρα, μεταφέρει πομπό και δέκτη και είναι, όπως γίνεται αντιληπτό, ανεξάρτητο από το σύστημα ESM του αεροσκάφους. Η Raytheon και η Hughes εργάζονται σε ένα πολύ μικρότερο TAAED, η λειτουργία του οποίου θα είναι κατά το μεγαλύτερο μέρος αυτόματη. Η διαφορά του συστήματος αυτού είναι ότι η ενέργεια για τη λειτουργία του θα παρέχεται από το αεροσκάφος μέσω του καλωδίου σύζευξης, αναμένεται δε να είναι επιχειρησιακό το 1993. Μια τελευταία πρόταση προέρχεται από την Teledyne-CME, η οποία προτείνει ένα συνδυασμό TAAED και AAED. Το AEED είναι ένας στε-

νός συγγενής του TAAED και καλύπτει το κενό που αφήνει αυτό σε μια μετωπική επίθεση που μπορεί να δεχθεί το αεροσκάφος. Το όλο σύστημα είναι τοποθετημένο σε ατρακτίδιο και ζυγίζει περίπου 250 kg γεγονός που το καθιστά κατάλληλο κυρίως για βομβαρδιστικά και μεταφορικά αεροσκάφη.

“ΕΞΥΠΝΑ” ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Ένα συγκεκριμένο πρόβλημα που σχετίζεται με το μέγεθος-βάρος και το κόστος παραγωγής είναι η υψηλή ισχύς και το μεγάλο εύρος συχνοτήτων που θα πρέπει να εκπέμπει το σύστημα παραπλάνησης. Μέχρι σήμερα το πρόβλημα αυτό μπορούσε να λυθεί με το TWT (Travelling Wave Tube) που μπορεί εύκολα να συντονιστεί στην ακριβή συχνότητα του επιθυμητού επιστροφόμενου σήματος. Το σύστημα TWT, παρόλες τις προστάθειες που έγιναν από εταιρίες όπως οι AvanteK, Varian και Texas Instruments με σκοπό τη συρρίκνωσή του, συνεχίζει να έχει αρκετά μεγάλο μέγεθος. Όμως και σ' αυτή την περίπτωση η τεχνολογία των ημιαγωγών που έχει σχεδόν κυριαρχήσει στις στρατιωτικές εφαρμογές, πρόκειται μάλλον να δώσει την τελική λύση. Δύο νέες τεχνολογίες ημιαγωγών, MMIC-VHSIC, χρησιμοποιούνται αυτή τη στιγμή σε όλα σχεδόν τα ερευνητικά προγράμματα που αφορούν αυτό τον τομέα. Οι εταιρίες είναι πολλές αλλά τα νέα συστήματα μοιάζουν αρκετά μεταξύ τους. Τα βασικά χαρακτηριστικά τους είναι: α) δραστική μείωση του μεγέθους, β) αύξηση της ισχύος, γ) συμβατότητα των νέων συστημάτων με τους υπάρχοντες εκτοξευτές φωτοβολιδών και chaff.

Η Texas Instruments, κορυφαία εταιρία στον κόσμο των ηλεκτρονικών, το 1987 υπέγραψε συμβόλαιο 117 εκατομμυρίων δολαρίων για την εξέλιξη μιας συσκευής με την ονομασία GEN-X που προτάθηκε σαν αντικαταστάτης του POET. Τα ηλεκτρονικά κυκλώματα και η κεραία της στηρίζονται στην τεχνολογία MMIC-VHSIC. Το σύστημα έχει τη δυνατότητα τριών επαναπρογραμματιζόμενων band frequencies, στις οποίες ανιχνεύει διαδοχικά τα αφικνούμενα σήματα. Η συνεργασία του GEN-X με τα ήδη υπάρχοντα συστήματα εκτόξευσης, όπως το ALE-40 της Tracor, είναι ένα από τα πλεονεκτήματά του ενώ το υψηλό κόστος - περίπου 5.500 δολάρια - είναι το βασικό του μειονέκτημα. Η παραγωγή του συστήματος αναμένεται στις αρχές του 1992. Η Loral, με το δικό της σύστημα Loralei, προτείνει μια διαφορετική λύση στην αντιμετώπιση των πυραύλων με θερμοανιχνευτικές κεφαλές. Όμως και οι ευρωπαϊκές εταιρίες έχουν ξεκινήσει ερευνητικά προγράμματα πάνω σ' αυτό τον τομέα. Γνωστή είναι η συνεργασία της Thomson-CSF με την Matra. Η γηραιά ήπειρος έχει να επιδείξει και ένα νέο και αρκετά πρωτότυπο σύστημα που βασίζεται σε ένα πολυφασματικό σπρέι. Σύμφωνα με την εταιρία Chemring που το κατασκευάζει, το σπρέι αυτό προσφέρει υψηλή ανακλαστικότητα στις ηλεκτρομαγνητικές και στις υπέ-

ρυθρες ακτινοβολίες. Τέλος, η USAF επιδιώκει την άμεση εξέλιξη του νέου της προηγμένου ενεργητικού/παθητικού συστήματος INEWS (Integrated Electronic Warfare System) πάνω στο οποίο εργάζονται δύο ομάδες εταιριών. Η TRW και η Westinghouse επελέγησαν για το σύστημα INEWS του YF-23 της Lockheed και οι Sanders με την General Electric για το YF-22.

ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Στη στροφή του αιώνα αναμένονται τα νέα συστήματα που αυτή τη στιγμή βρίσκονται στο στάδιο της έρευνας στα εργαστήρια πολλών εταιριών. Ο μειωμένος όγκος και η αυξημένη ευελιξία, που θα οφείλονται σε ευρύτερη χρήση ημιαγωγών, θα δώσουν στα νέα μέσα παραπλάνησης μεγαλύτερες δυνατότητες. Αρχικά αναμένεται το κόστος των νέων συσκευών να είναι αρκετά υψηλό, όμως αργότερα, καθώς η παραγωγή θα αρχίσει να γίνεται μαζική, λόγω της αυξημένης ζήτησης, το κόστος θα μειωθεί αισθητά. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η συσκευή GEN-X της Texas Instruments, η τιμή της οποίας φτάνει σήμερα τα 7.400 δολάρια αλλά κατά τη διάρκεια της παραγωγής η τιμή αυτή αναμένεται να πέσει στα 5.500 δολάρια. Παράλληλα με την ανάπτυξη των νέων αυτών συστημάτων, αναμένεται και μια ευρύτερη χρήση της τεχνολογίας Stealth που πρόκειται να παίξει σημαντικότατο ρόλο στο μέλλον της αυτοπροστασίας των αεροσκαφών.

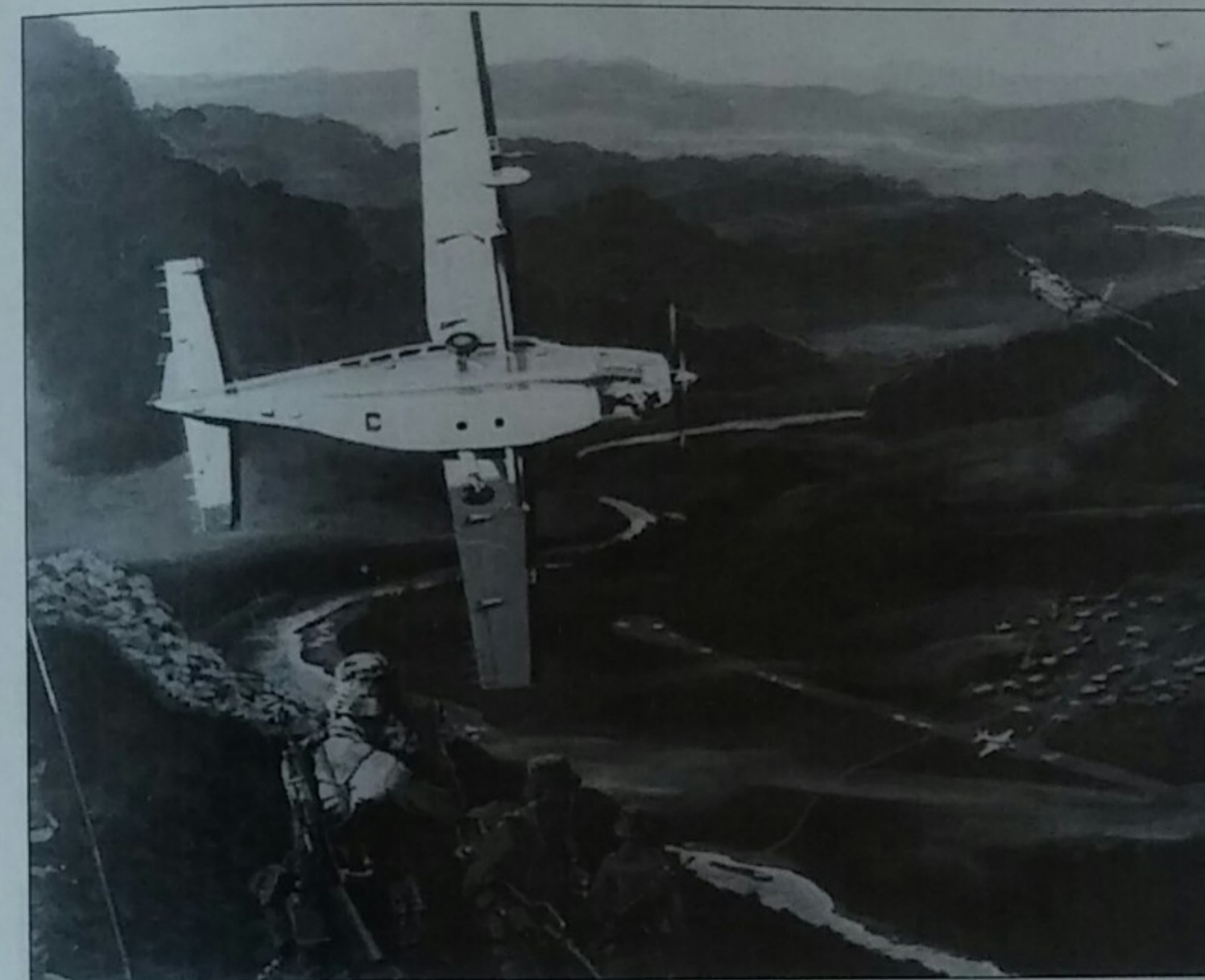
Ανάλογη εξέλιξη, όμως, είναι σίγουρο ότι θα παρατηρηθεί και στα συστήματα εντοπισμού με πολλές βελτιώσεις. Οι νέες τεχνολογίες θα προσπαθήσουν να διατηρήσουν την ισορροπία μεταξύ των συστημάτων παραπλάνησης εντοπισμού όπως άλλωστε συνέβη σε όλες τις φάσεις της στρατιωτικής ιστορίας.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- (1) PENTAGON'S MIMIC PROGRAM SHOWS POTENTIAL ELECTRONIC WARFARE BENEFITS, *Aviation Week & Space Technology* October 22, 1990.
- (2) ELECTRONIC WARFARE DIRECTORY, compiled by Martin Streetly, *Flight International*, 14-20 November 1990.
- (3) NAVY DEVELOPING SYSTEMS TO ADD PROTECTION FOR TACTICAL AIRCRAFT AGAINST NEW THREATS, *Aviation Week & Space Technology*, October 15, 1990.
- (4) SPECIAL REPORT: ELECTRONIC WARFARE, THE OPERATIONAL CHALLENGE, *Aviation Week & Space Technology*, February 9, 1987.
- (5) EXPENDABLE DECOYS, *Martin Streetly, International Defense Review* 8, 1990.

NEA

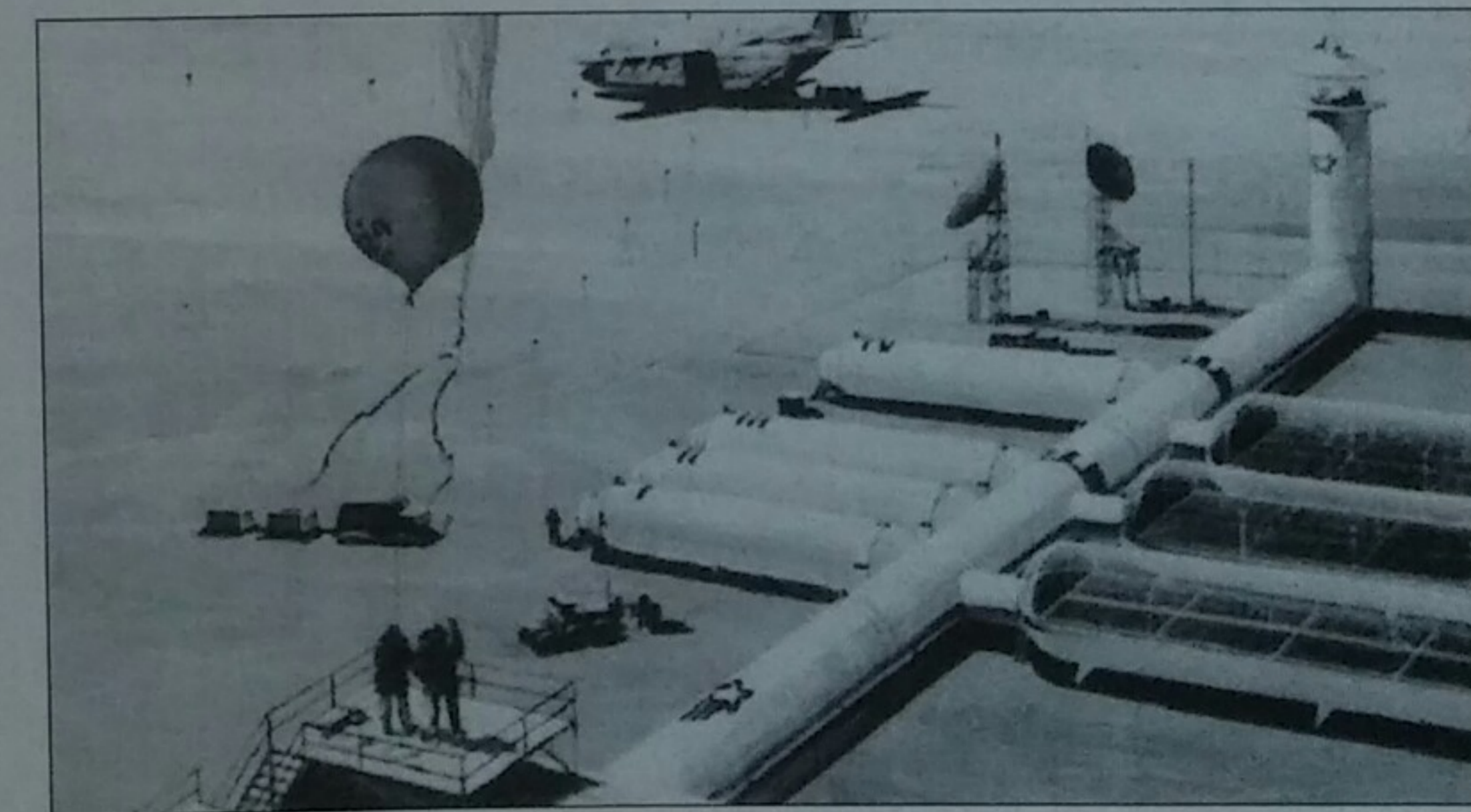
ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΣΕΙΣ ΣΕ ΕΛΑΦΡΑ ΑΕΡΟΣΚΑΦΗ ΓΙΑ ΣΥΓΚΡΟΥΣΕΙΣ ΧΑΜΗΛΗΣ ΕΝΤΑΣΗΣ



Καλλιτεχνική απεικόνιση του Caravan I που φέρει το σύστημα LICAS στο κάτω μέρος της άτρακτου.

ΑΡΕΙΑΝΗ ΒΑΣΗ ΣΤΗΝ ...ΑΝΤΑΡΚΤΙΚΗ

Η NASA και το Εθνικό Ίδρυμα Επιστημών των ΗΠΑ υπέγραψαν συμφωνία στο τέλος Ιανουαρίου στην οποία προβλέπεται η κατασκευή στην Ανταρκτική ενός "ομοιώματος" της προτεινόμενης βάσης για



τον Αρη. Σύμφωνα με τους επιστήμονες, το κλίμα, η μορφολογία του εδάφους, οι θερμοκρασίες και η απομόνωση της περιοχής δημιουργούν ιδανικές συνθήκες για την προσομοίωση στη Γη των συνθηκών εκείνων που επικρατούν στον Αρη.

Στο πρόγραμμα ανάπτυξης των συστημάτων πρώτης γενιάς για την εγκατάσταση βάσεων τόσο στον Αρη όσο και στη Σελήνη θα συμβάλλει και η εταιρία Lockheed Missiles & Space.

ΕΞΕΔΡΑ ΑΙΣΘΗΤΗΡΩΝ ΑΠΟ ΤΙΣ PBN/WESTINGHOUSE

Η Βρετανική εταιρία Pilatus Britten-Normander και η Westinghouse ανέλαβαν την από κοινού ανάπτυξη ενός προγράμματος, που θα αφορά ένα αεροσκάφος επιτήρησης με πολλαπλούς αισθητήρες, το οποίο σε πρώτη φάση θα καλείται MSSA. Το αεροσκάφος θα διαθέτει το ραντάρ APG-66 της Westinghouse και το FLIR WF-360, ενώ σαν βάση σχεδίασης θα χρησιμοποιηθεί η άτρακτος του Defender. Για την πρόωσή του θα φέρει δύο κινητήρες Allison 250-B17F/1, που αποδίδουν 450 ίππους. Το μέγιστο βάρος απογείωσης θα είναι μόλις 4.000 kg, από τα οποία τα 1.700 kg θα είναι ωφέλιμο φορτίο. Η αυτονομία του υπολογίζεται γύρω στις 4 ώρες.

Το ραντάρ θα έχει δυνατότητα "look-down", "look-up", ενώ η λειτουργία του θα συνδυάζεται με αυτή του FLIR στη διαμόρφωση "look-down".

Το κόστος του MSSA ανά αεροσκάφος υπολογίζεται μεταξύ 6 και 8 εκατ. δολαρίων. Ωστόσο, το σύστημα θα μπορεί να τροποποιηθεί για την υποστήριξη αποστολών σε συγκρούσεις χαμηλής έντασης.

Ο σταθμός του χειριστή των αισθητήρων και του συντονισμού της αποστολής έχει τοποθετηθεί στην καμπίνα του αεροσκάφους. Για τους ρόλους της επιτήρησης και ανίχνευσης, στον εξοπλισμό περιλαμβάνονται μια βιντεοκάμερα υψηλής ευκρίνειας, διάφοροι αισθητήρες υπερύθρων και συσκευή τηλεοπτικής λήψης χαμηλού φωτισμού. Όσον αφορά τους ρόλους καταστολής των εχθρικών πυρών, θα χρησιμοποιούνται φορείς πυροβόλων των 0,5 ιντσών και 7,62 ιντσών και εκτοξευτήρες ρουκετών των 2,75 ιντσών.