



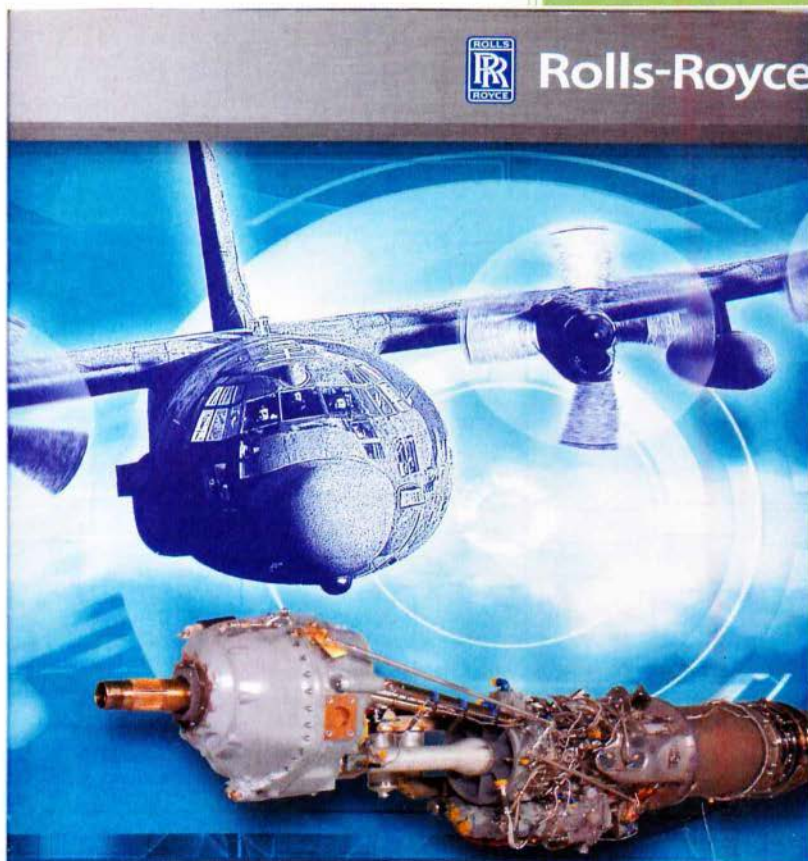
# ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ

2013

755

4/2

ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΟΥ  
ΕΛΙΚΟΣΤΡΟΒΙΛΟΥ ΑΕΡΟΚΙΝΗΤΗΡΑ T-56 ROLLS-  
ROYCE ΚΑΙ ΤΩΝ ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΤΟΥ



ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ  
ΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ

ΠΟΛΥΧΡΟΝΑΚΟΣ ΙΩΑΝΝΗΣ  
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ  
Α.Μ.: 28569



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΟΥ ΕΛΙΚΟΣΤΡΟΒΙΛΟΥ ΑΕΡΟΚΙΝΗΤΗΡΑ T-56  
ROLLS-ROYCE ΚΑΙ ΤΩΝ ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΤΟΥ

ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ : ΙΩΑΝΝΗΣ ΠΟΛΥΧΡΟΝΑΚΟΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : ΑΝΔΡΕΑΣ ΘΕΟΔΩΡΑΚΑΚΟΣ

ΑΘΗΝΑ

ΙΟΥΛΙΟΣ 2013

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

|  |    |
|--|----|
| ΛΙΣΤΑ ΕΙΚΟΝΩΝ.....   | 6  |
| ΠΕΡΙΛΗΨΗ .....   | 8  |
| ABSTRACT .....   | 8  |
| ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΤΩΝ ΑΕΡΙΟΣΤΡΟΒΙΛΩΝ .....   | 9  |
| ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....   | 9  |
| Ο ΚΥΚΛΟΣ ΑΕΡΙΟΣΤΡΟΒΙΛΟΥ.....   | 9  |
| ΜΕΡΙΚΕΣ ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ .....  | 10 |
| ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....   | 13 |
| Ο ΚΙΝΗΤΗΡΑΣ T-56 ROLLS ROYCE.....  | 13 |
| ΑΠΟΔΟΣΗ ΚΑΙ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑ .....  | 14 |
| Η ΕΙΣΟΔΟΣ .....  | 14 |
| Ο ΣΥΜΠΙΕΣΤΗΣ.....  | 14 |
| Ο ΔΙΑΧΥΤΗΣ.....  | 16 |
| ΤΟ ΤΜΗΜΑ ΤΗΣ ΚΑΥΣΗΣ.....   | 16 |
| ΤΟ ΤΜΗΜΑ ΤΟΥ ΣΤΡΟΒΙΛΟΥ.....  | 17 |
| Η ΕΞΑΓΩΓΗ.....   | 19 |
| ΟΙ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΣΤΡΟΒΙΛΟΥ .....   | 19 |
| ΟΙ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΤΩΝ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΩΝ ΣΥΝΘΗΚΩΝ.....  | 22 |
| Ο ΣΥΜΠΙΕΣΤΗΣ.....  | 22 |
| ΕΝΟΤΗΤΑ ΕΙΣΑΓΩΓΗΣ ΣΥΜΠΙΕΣΤΗ.....   | 22 |
| ΣΤΕΓΑΣΗ ΕΙΣΑΓΩΓΗΣ ΑΕΡΑ ΣΥΜΠΙΕΣΤΗ.....  | 25 |
| ΣΤΕΓΑΣΗ ΕΙΣΑΓΩΓΗΣ ΑΕΡΑ (ΑΝΩ ΚΑΙ ΚΑΤΩ ΟΨΕΙΣ).....   | 29 |
| ΑΝΩ ΟΨΗ.....   | 29 |
| ΚΑΤΩ ΟΨΗ.....  | 29 |
| ΣΧΗΜΑΤΙΚΗ ΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΤΗΣ ΣΤΕΓΑΝΟΠΟΙΗΣΗΣ ΛΑΔΙΟΥ ΤΟΥ ΕΜΠΡΟΣΘΙΟΥ ΤΡΙΒΕΑ ΤΟΥ ΣΥΜΠΙΕΣΤΗ (NO. 1)..... | 31 |
| ΣΧΗΜΑΤΙΚΗ ΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΠΕΡΙΒΑΗΜΑΤΟΣ ΕΙΣΟΔΟΥ ΑΕΡΑ ΣΥΜΠΙΕΣΤΗ.....                                   | 32 |
| ΡΟΗ ΑΕΡΑ ΑΠΟΤΡΟΠΗΣ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΥ ΠΑΓΟΥ .....   | 32 |
| ΣΥΝΑΡΜΟΓΗ ΣΤΕΓΑΣΗΣ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΩΝ ΚΙΝΗΣΗΣ.....  | 34 |
| ΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΗ ΠΕΡΙΒΑΗΜΑΤΟΣ ΣΥΜΠΙΕΣΤΗ.....  | 37 |
| ΣΥΝΑΡΜΟΓΗ ΔΙΑΧΥΤΗ ΣΥΜΠΙΕΣΤΗ.....   | 38 |
| ΘΕΣΕΙΣ ΕΞΩΤΕΡΙΚΩΝ ΕΠΙΘΕΜΑΤΩΝ ΔΙΑΧΥΤΗ .....   | 42 |
| ΣΧΗΜΑΤΙΚΗ ΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΣΤΕΓΑΝΟΠΟΙΗΣΗΣ ΛΑΔΙΟΥ ΟΠΙΣΘΙΟΥ ΤΡΙΒΕΑ ΣΥΜΠΙΕΣΤΗ (NO. 2).....               | 43 |

|   |     |
|---|-----|
| ΤΜΗΜΑ ΚΑΥΣΗΣ (ΕΜΠΡΟΣΘΙΑ ΟΨΗ, ΚΟΙΤΑΖΩΝΤΑΣ ΠΡΟΣ ΤΑ ΠΙΣΩ).....                                     | 44  |
| ΣΥΝΑΡΜΟΓΗ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΚΑΥΣΗΣ.....  | 46  |
| ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟ ΤΜΗΜΑ ΤΟΥ ΣΤΡΟΒΙΛΟΥ.....   | 51  |
| ΣΥΝΑΡΜΟΓΗ ΜΟΝΑΔΑΣ ΣΤΡΟΒΙΛΟΥ.....  | 53  |
| ΣΧΗΜΑΤΙΚΗ ΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΠΕΡΙΒΛΗΜΑΤΟΣ ΕΙΣΑΓΩΓΗΣ ΣΤΡΟΒΙΛΟΥ.....                                       | 56  |
| ΣΧΗΜΑΤΙΚΗ ΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΠΕΡΙΒΛΗΜΑΤΟΣ ΠΤΕΡΥΓΙΩΝ ΣΤΡΟΒΙΛΟΥ.....                                       | 60  |
| ΣΧΗΜΑΤΙΚΗ ΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΡΟΗΣ ΑΕΡΑ ΣΤΟ ΣΤΡΟΒΙΛΟ.....   | 62  |
| ΣΥΝΑΡΜΟΓΗ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗΣ ΟΠΙΣΘΙΟΥ ΤΡΙΒΕΑ.....  | 64  |
| ΒΑΣΙΚΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΜΕΙΩΤΗΡΑ.....  | 67  |
| ΛΙΠΑΝΣΗ.....  | 71  |
| ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΛΑΔΙΟΥ ΑΕΡΟΠΛΑΝΟΥ.....  | 71  |
| ΣΧΗΜΑΤΙΚΗ ΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΛΙΠΑΝΣΗΣ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΙΣΧΥΟΣ.....   | 74  |
| ΣΤΕΓΑΣΗ ΠΑΡΕΛΚΟΜΕΝΩΝ ΚΙΝΗΣΗΣ ΚΑΙ ΑΝΤΛΙΑ ΛΑΔΙΟΥ.....   | 77  |
| ΣΧΗΜΑΤΙΚΗ ΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΡΟΗΣ ΑΕΡΑ ΑΠΟΤΡΟΠΗΣ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΥ ΠΑΓΟΥ<br>ΚΙΝΗΤΗΡΑ ΚΑΙ ΑΓΩΓΟΥ ΕΙΣΑΓΩΓΗΣ..... | 79  |
| ΕΞΩΤΕΡΙΚΕΣ ΣΩΛΗΝΩΣΕΙΣ ΑΕΡΑ.....   | 80  |
| ΣΧΗΜΑΤΙΚΗ ΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΑΠΟΤΡΟΠΗΣ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΥ ΠΑΓΟΥ<br>.....                             | 81  |
| (ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΗ) ΣΧΗΜΑΤΙΚΗ ΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΕΚΡΟΗΣ ΑΕΡΑ.....                                    | 84  |
| ΛΙΓΟΤΕΡΕΣ ΑΠΟ ΤΟ 94% (13.000) RPM.....  | 84  |
| ΠΕΡΙΣΣΟΤΕΡΕΣ ΑΠΟ ΤΟ 94% (13.000) RPM.....   | 84  |
| ΣΧΗΜΑΤΙΚΗ ΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΒΑΛΒΙΔΑΣ ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ.....   | 85  |
| ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ.....  | 85  |
| ΣΧΗΜΑΤΙΚΗ ΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ.....  | 88  |
| ΔΙΑΦΟΡΑ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ.....   | 90  |
| ΑΚΡΟΦΥΣΙΑ ΚΑΥΣΙΜΟΥ.....   | 91  |
| ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ ΡΥΘΜΙΣΤΗ ΚΑΥΣΙΜΟΥ.....  | 94  |
| ΑΠΛΟΠΟΙΗΜΕΝΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ.....  | 96  |
| ΣΧΗΜΑΤΙΚΗ ΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΕΛΕΓΧΟΥ ΣΥΝΤΟΝΙΣΤΗ.....   | 96  |
| ΣΧΗΜΑΤΙΚΗ ΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΒΑΛΒΙΔΑΣ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ.....  | 98  |
| ΣΧΗΜΑΤΙΚΗ ΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΕΛΕΓΧΤΗ ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ.....  | 99  |
| ΣΥΝΑΡΜΟΓΗ ΚΑΛΩΔΙΩΣΕΩΝ ΘΕΡΜΟΣΤΟΙΧΕΙΩΝ.....   | 100 |
| ΕΠΙΛΟΓΟΣ.....   | 103 |
| ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....   | 109 |

## ΛΙΣΤΑ ΕΙΚΟΝΩΝ

|  |    |
|--|----|
| Εικόνα 1 Είδη αεριοστροβίλων κινητήρων.....  | 10 |
| Εικόνα 2 Διαφορά στατικής και δυναμικής πίεσης σε αποκλίνων και συγκλίνων αγωγούς ...        | 12 |
| Εικόνα 3 Τμήματα που απαρτίζουν ένα αεριοστρόβιλο κινητήρα .....                             | 13 |
| Εικόνα 4 Χαρακτηριστικά Ροής αερίων στα πτερύγια του συμπιεστή και του στροβίλου .....       | 19 |
| Εικόνα 5 Στοιχεία θερμοκρασιών και πίεσης του κινητήρα .....                                 | 20 |
| Εικόνα 6 Σχηματική παράσταση ροής αέρα στο τμήμα ισχύος .....                                | 20 |
| Εικόνα 7 Στοιχεία πίεσης, θερμοκρασίας και ταχύτητας αέρα στα τμήματα του κινητήρα...        | 21 |
| Εικόνα 8 Σχηματική παράσταση τμήματος συμπιεστή .....  | 23 |
| Εικόνα 9 3D Απεικόνιση στροφείου συμπιεστή .....   | 24 |
| Εικόνα 10 Λεπτομερής απεικόνιση στέγασης εισαγωγής αέρα συμπιεστή.....                       | 28 |
| Εικόνα 11 Άνω και κάτω όψη στέγασης εισαγωγής αέρα .....                                     | 30 |
| Εικόνα 12 Σχηματική παράσταση στεγανοποίησης λαδιού του εμπρόσθιου τριβέα του συμπιεστή..... | 31 |
| Εικόνα 13 Σχηματική παράσταση περιβλήματος εισόδου αέρα συμπιεστή.....                       | 33 |
| Εικόνα 14 Στοιχεία του συστήματος λίπανσης στη στέγαση εξαρτημάτων κίνησης .....             | 35 |
| Εικόνα 15 3D Απεικόνιση παρελκόμενων κίνησης .....   | 36 |
| Εικόνα 16 Εσωτερική και εξωτερική απεικόνιση περιβλήματος συμπιεστή .....                    | 37 |
| Εικόνα 17 Λεπτομερής απεικόνιση περιβλήματος συμπιεστή.....                                  | 38 |
| Εικόνα 18 Λεπτομερής απεικόνιση διαχύτη συμπιεστή .....                                      | 40 |
| Εικόνα 19 Σχηματική παράσταση διαχύτη συμπιεστή.....   | 41 |
| Εικόνα 20 Απεικόνιση θέσεων εξωτερικών επιθεμάτων διαχύτη .....                              | 42 |
| Εικόνα 21 Σχηματική παράσταση στεγανοποίησης λαδιού του οπίσθιου τριβέα του συμπιεστή .....  | 43 |
| Εικόνα 22 Εμπρόσθια όψη τμήματος καύσης.....   | 44 |
| Εικόνα 23 3D Εμπρόσθια όψη τμήματος καύσης.....  | 45 |
| Εικόνα 24 Λεπτομερής απεικόνιση τμήματος καύσης.....   | 48 |
| Εικόνα 25 Σχηματική παράσταση τμήματος καύσης.....   | 49 |
| Εικόνα 26 Απεικόνιση τμημάτων θαλάμων καύσης.....  | 50 |
| Εικόνα 27 Σχηματική παράσταση τμήματος στροβίλου .....                                       | 52 |
| Εικόνα 28 Λεπτομερής απεικόνιση τμήματος στροβίλου.....                                      | 54 |
| Εικόνα 29 3D Απεικόνιση τμημάτων και του στροφείου του στροβίλου .....                       | 55 |
| Εικόνα 30 Εμπρόσθια και οπίσθια απεικόνιση περιβλήματος εισαγωγής στροβίλου .....            | 58 |
| Εικόνα 31 Σχηματική παράσταση περιβλήματος εισαγωγής στροβίλου.....                          | 59 |
| Εικόνα 32 Σχηματική παράσταση στέγασης πτερυγίων στροβίλου.....                              | 61 |
| Εικόνα 33 Σχηματική παράσταση ροής αέρα στο τμήμα του στροβίλου.....                         | 63 |
| Εικόνα 34 Σχηματική παράσταση υποστήριξης του οπίσθιου τριβέα του στροβίλου .....            | 65 |
| Εικόνα 35 Λεπτομερής απεικόνιση υποστήριξης του οπίσθιου τριβέα του στροβίλου.....           | 66 |
| Εικόνα 36 Σχηματική παράσταση μειωτήρα .....   | 68 |
| Εικόνα 37 3D Απεικόνιση μειωτήρα .....   | 69 |
| Εικόνα 38 Σχηματική παράσταση άξονα μεταφοράς και μέτρησης ροπής .....                       | 70 |
| Εικόνα 39 Λεπτομερής απεικόνιση του συστήματος παροχής λαδιού του αεροσκάφους .....          | 72 |
| Εικόνα 40 Σχηματική παράσταση συστήματος λαδιού ατρακτιδίου.....                             | 73 |
| Εικόνα 41 Σχηματική παράσταση του συστήματος λαδιού του τμήματος ισχύος .....                | 76 |

|  |     |
|--|-----|
| Εικόνα 42 Σχηματική παράσταση στέγασης παρελκομένων κίνησης και αντλίες λαδιού .....                     | 78  |
| Εικόνα 43 Λεπτομερής απεικόνιση ροής αέρα αποτροπής σχηματισμού πάγου κινητήρα και αγωγού εισαγωγής..... | 79  |
| Εικόνα 44 Λεπτομερής απεικόνιση εξωτερικών σωληνώσεων αέρα.....  | 80  |
| Εικόνα 45 Σχηματική παράσταση συστήματος αποτροπής σχηματισμού πάγου .....                               | 83  |
| Εικόνα 46 Σχηματική παράσταση συστήματος εκροής αέρα.....  | 85  |
| Εικόνα 47 Διάγραμμα συστήματος καυσίμου .....  | 87  |
| Εικόνα 48 Σχηματική παράσταση συστήματος καυσίμου .....  | 89  |
| Εικόνα 49 Σχηματική παράσταση ακροφυσίων καυσίμου.....   | 92  |
| Εικόνα 50 3D Απεικόνιση συναρμογής ακροφυσίων καυσίμου και θαλάμων καύσης.....                           | 93  |
| Εικόνα 51 Σχηματική παράσταση ελεγχτή καυσίμου .....   | 95  |
| Εικόνα 52 Σχηματική παράσταση ελέγχου συντονιστή.....  | 97  |
| Εικόνα 53 Σχηματική παράσταση βαλβίδας στοιχείων θερμοκρασίας .....                                      | 98  |
| Εικόνα 54 Σχηματική παράσταση ελεγχτή ευαισθησίας ταχύτητας.....   | 99  |
| Εικόνα 55 Λεπτομερής απεικόνιση καλωδιώσεων θερμοστοιχείων .....   | 101 |
| Εικόνα 56 Καταστάσεις αποτυχίας νύξης θερμοστοιχείων .....   | 102 |

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στη παρούσα πτυχιακή εργασία αναλύονται με απλό τρόπο ο ελικοστρόβιλος αεροκινητήρας T-56 της Rolls Royce, ο τρόπος λειτουργίας του και τα μείζονα υποσυστήματά του. Ξεκινώντας με μια εισαγωγή για τον τρόπο λειτουργίας των στροβιλοκινητήρων, θα συνεχίσουμε στην περιγραφή των δομικών στοιχείων που αποτελείται ο κινητήρας όπως είσοδος, συμπίεστης, διαχύτης, τμήμα καύσης και τέλος ο στρόβιλος. Επιπλέον θα αναλύσουμε τον τρόπο λειτουργίας των παρελκόμενων, του μειωτήρα μετάδοσης ισχύς, του συστήματος λίπανσης, του συστήματος ροής αέρα αποτροπής πάγου, του συστήματος καυσίμου και τέλος των ηλεκτρικών κυκλωμάτων.

## ABSTRACT

In the present thesis the Turboprop aero engine T-56 Rolls Royce, the way it works and the major subsystems will be analyzed in a simple way. Beginning with an introduction on how the jet engines operate, we will continue to describe the components comprising the engine as air inlet, compressor, diffuser, combustion section and finally the turbine. We will also analyze the accessories, reduction gear box, lubrication system, anti-icing prevention system air flow, fuel system and finally the electrical circuits' operation modes.



## ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΤΩΝ ΑΕΡΙΟΣΤΡΟΒΙΛΩΝ

### ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο αεριοστρόβιλος είναι ένας κινητήρας εσωτερικής καύσης που χρησιμοποιεί αέρα ως ρευστό εργασίας. Είναι ένας μετατροπέας ενέργειας που εξάγει την ενέργεια από το καύσιμο και το μετατρέπει σε χρησιμοποιήσιμη μηχανική ενέργεια με αποτελεσματικό τρόπο.

Με τρεις μορφές ενέργειας ερχόμαστε αντιμέτωποι όταν ασχολούμαστε με αεριοστρόβιλους. Σε αυτές περιλαμβάνονται η ενέργεια των καυσαερίων, η μηχανική ενέργεια, και η χημική ενέργεια. Η ενέργεια του αέρα βρίσκεται συνήθως υπό τη μορφή της ταχύτητας, της πίεσης και της θερμοκρασίας. Η μηχανική ενέργεια μπορεί να βρεθεί με τη μορφή ροπής ή υποδύναμης ενώ η χημική ενέργεια, βρίσκεται αποθηκευμένη στα καύσιμα.

### Ο ΚΥΚΛΟΣ ΑΕΡΙΟΣΤΡΟΒΙΛΟΥ

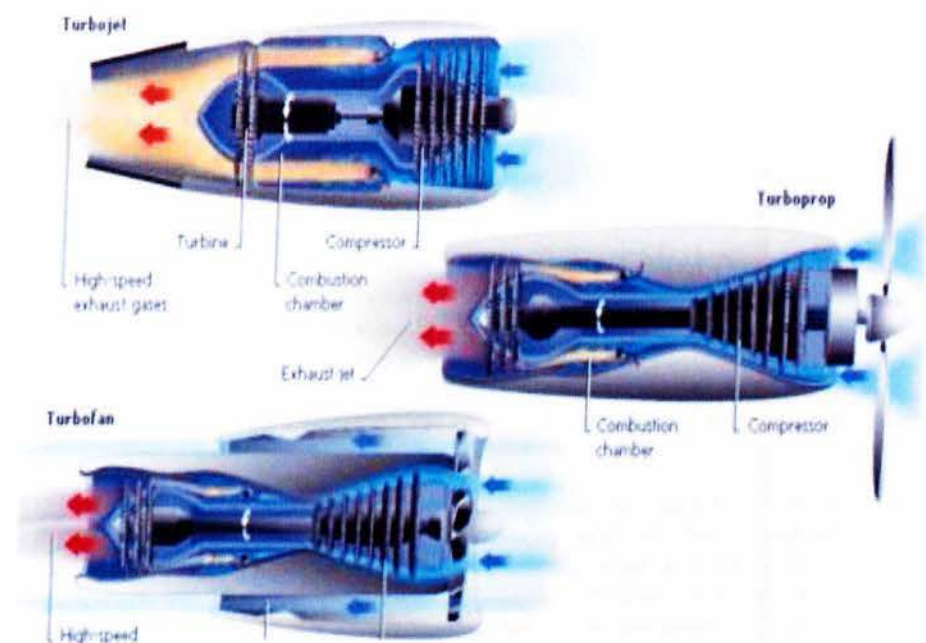
Όπως όλες οι μηχανές εσωτερικής καύσης, ο κύκλος εργασίας του αεριοστρόβιλου περιέχει, εισαγωγή, συμπίεση, καύση, παραγωγή έργου και εξαγωγή καυσαερίων. Στον εμβολοφόρο κινητήρα, ο κύκλος είναι διαλείπων καθώς το έμβολο κινείται μέσω τεσσάρων χρόνων. Ο αεριοστρόβιλος, σε αντίθεση, έχει ένα συνεχή κύκλο. Ο αεριοστρόβιλος θα περιέχει πάντοτε είσοδο, συμπιεστή, θαλάμους καύσης ή καυστήρας, στρόβιλο, και το σύστημα εξατμίσεως για την επίτευξη του κύκλου.

Το τμήμα στρόβιλου του αεριοστρόβιλου έχει το καθήκον να παράγει χρησιμοποιήσιμη ισχύ στον άξονα εξόδου. Επιπλέον, θα πρέπει επίσης να παρέχει ενέργεια για την κίνηση του συμπιεστή και για όλα τα εξαρτήματα του κινητήρα. Αυτό επιτυγχάνεται με την εκτόνωση των σε υψηλή θερμοκρασία, πίεση και ταχύτητα αερίων και μετατρέποντας την ενέργεια του αέρα σε μηχανική ενέργεια με τη μορφή της αξονικής ισχύος.

Μια μεγάλη μάζα του αέρα πρέπει να παρέχεται στο στρόβιλο, έτσι ώστε να παράγει την απαραίτητη ισχύ. Αυτή η μάζα του αέρα παρέχεται από τον συμπιεστή που αντλεί τον αέρα μέσα στον κινητήρα και τον συμπιέζει ώστε να παρέχει αέρα υψηλής πίεσης στο στρόβιλο. Ο συμπιεστής κάνει αυτό μέσω μετατροπής της μηχανικής ενέργειας από το στρόβιλο σε ενέργεια του αέρα με τη μορφή της πίεσης και της θερμοκρασίας.

Εάν ο συμπιεστής και ο στρόβιλος ήταν 100% αποτελεσματικοί, ο συμπιεστής θα παρείχε όλο τον αέρα που απαιτείται από το στρόβιλο. Την ίδια στιγμή, ο στρόβιλος θα διαβιβάσει όλη την απαραίτητη ισχύ για την κίνηση του συμπιεστή. Σε αυτή την περίπτωση, μια αένια κίνηση μηχανής θα υπήρχε. Ωστόσο, οι απώλειες τριβής και οι μηχανικές ανεπάρκειες του συστήματος δεν επιτρέπουν μια συνεχή κίνηση της μηχανής για να λειτουργήσει. Πρόσθετη ενέργεια πρέπει να προστεθεί στον αέρα για να φιλοξενήσει αυτές τις απώλειες. Η ισχύς εξόδου είναι επίσης επιθυμητή από τον κινητήρα, έτσι ακόμη περισσότερη ενέργεια πρέπει να προστεθεί. Επιπλέον ενέργεια στο σύστημα επιτυγχάνεται στο τμήμα καύσεως.

Η χημική ενέργεια από το καύσιμο μετατρέπεται σε ενέργεια καυσαερίων με τη μορφή υψηλών θερμοκρασιών και υψηλής ταχύτητας, όπως ο αέρας περνά μέσα από το τμήμα καύσεως. Η ενέργεια των καυσαερίων μετατρέπεται και πάλι σε χημική ενέργεια στο στρόβιλο, παρέχοντας έτσι ισχύ για την κίνηση του συμπιεστή και τον άξονα εξόδου.



Εικόνα 1 Είδη αεροστροβίλων κινητήρων

## ΜΕΡΙΚΕΣ ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ

Καθώς ο αέρας διέρχεται μέσω μιας μηχανής αεροστροβίλου, αεροδυναμικές και ενεργειακές απαιτήσεις απαιτούν αλλαγές στην ταχύτητα και την πίεση του. Για παράδειγμα, κατά τη διάρκεια της συμπίεσης, απαιτείται αύξηση στην πίεση του αέρα και όχι αύξηση στην ταχύτητα του. Αφού ο αέρας έχει θερμανθεί με την συμπίεση και την καύση, μια αύξηση στην ταχύτητα των αερίων είναι αναγκαία για το στροφέιο του στροβίλου για την ανάπτυξη δύναμης. Οι αλλαγές αυτές επηρεάζονται από το μέγεθος και το σχήμα των πτερυγίων μέσω των οποίων ρέει ο αέρας. Σε περίπτωση που απαιτείται μετατροπή από ταχύτητα σε πίεση, τα πτερύγια είναι αποκλίνων. Αντιστρόφως, εάν χρειάζεται μετατροπή από πίεση σε ταχύτητα, συγκλίνων πτερύγια χρησιμοποιούνται.

Οι διαφορές μεταξύ της στατικής, δυναμικής, και της συνολικής πίεσης είναι εύκολο να κατανοηθούν. Η στατική πίεση είναι μια δύναμη ανά μονάδα επιφάνειας που ασκείται επί των τοιχωμάτων ενός δοχείου από ένα σταθερό ρευστό. Ένα καλό παράδειγμα είναι η πίεση του αέρα στο ελαστικό του αυτοκινήτου. Δυναμική πίεση, από την άλλη μεριά, είναι η δύναμη ανά μονάδα επιφάνειας που ασκείται από ρευστά σε κίνηση. Είναι μια συνάρτηση της ταχύτητας. Ένα καλό παράδειγμα της δυναμικής πίεσης είναι η πίεση που ασκείται πάνω στο χέρι έξω από το παράθυρο σε ένα κινούμενο αυτοκίνητο. Συνολική πίεση είναι το άθροισμα της στατικής και δυναμικής πίεσης. Το Σχήμα 2-1 απεικονίζει μεθόδους που χρησιμοποιούνται για τη μέτρηση των πιέσεων. Όπως φαίνεται, το μέρος (α) απεικονίζει την μέτρηση της στατικής πίεσης. Η στατική πίεση δεν λαμβάνει υπόψη την ταχύτητα του αέρα. Το μέρος (β) απεικονίζει την μέτρηση της συνολικής πίεσης που υπολογίζει τη στατική και την πίεση που οφείλεται στην κινούμενο ρευστό (δυναμική πίεση). Για την απόκτηση

δυναμικής πίεσης, πίεση που οφείλεται στην ταχύτητα μόνο, η αξία της στατικής πίεσης αφαιρείται από την τιμή της συνολικής πίεσεως.

Οι επιπτώσεις του αέρα που ρέει μέσω αγωγών διαφόρων μεγεθών και σχημάτων μπορεί επίσης να αναλυθούν.

Το Σχήμα 2-2 δείχνει την αρχή των αποκλίνων αγωγών όπου η ενέργεια ούτε προστίθεται ούτε απομακρύνεται αλλά όπου η ενέργεια του αερίου μετατρέπεται από ταχύτητα σε πίεση και θερμοκρασία. Υπάρχει μία μείωση ταχύτητας καθώς ο αέρας ρέει από μία μικρή είσοδο σε μια μεγαλύτερο έξοδο. Καθώς μειώνεται η ταχύτητα, η δυναμική πίεση ( $P_i$ ) μειώνεται επίσης. Δεδομένου ότι καμία ενέργεια δεν προστίθεται ή αφαιρείται από το σύστημα, η συνολική πίεση ( $P_t$ ) για τον αέρα παραμένει σταθερή και η στατική πίεση ( $P_s$ ) αυξάνει. Ένας τρόπος για να το καταλάβουμε αυτό είναι ότι η δυναμική πίεση μετατρέπεται σε στατική πίεση και έτσι η αύξηση της στατικής πίεσης εμφανίζεται όταν ο αέρας ρέει διαμέσου ενός αποκλίνοντα αγωγού και συμπιέζεται. Μία αύξηση της θερμοκρασίας επίσης παρατηρείται δεδομένου ότι η συμπίεση είναι μια διαδικασία θέρμανσης.

Ο συγκλίνων αγωγός λειτουργεί ακριβώς αντίθετα από τον αποκλίνοντα αγωγό που περιγράψαμε προηγουμένως. Το Σχήμα 2-3 δείχνει την αρχή των συγκλινόντων αγωγών, όπου η ενέργεια δεν προστίθεται ούτε απομακρύνεται, αλλά η ενέργεια του αερίου μετατρέπεται από πίεση και θερμοκρασία σε ταχύτητα. Υπάρχει μια αύξηση ταχύτητας καθώς ο αέρας ρέει από ένα μεγάλο άνοιγμα εισόδου σε μια μικρότερο έξοδο. Όταν αυξάνεται η ταχύτητα, η δυναμική πίεση αυξάνει επίσης. Δεδομένου ότι ενέργεια δεν προστίθεται ή αφαιρείται από το σύστημα, η συνολική πίεση παραμένει σταθερή και η στατική πίεση μειώνεται. Για να γίνει κατανοητό, η στατική πίεση μετατρέπεται σε δυναμική πίεση, έτσι μια μείωση της στατικής πίεσης εμφανίζεται καθώς ο αέρας ρέει μέσω ενός συγκλίνοντα αγωγού και περνά μέσα από την επέκταση. Πτώση της θερμοκρασίας συνδέεται με οποιαδήποτε διαδικασία επέκτασης.

Ακόμα κι αν η στατική και η δυναμική πίεση αλλάζουν, καθώς τα ρευστά ρέουν είτε μέσω συγκλίνων είτε μέσω αποκλίνων αγωγών, η συνολική πίεση δεν αλλάζει. Αυτό είναι αληθές, εάν η τριβή του ρευστού παραμεληθεί και δεν προστίθεται ή αφαιρείται ενέργεια από την ροή του ρευστού. Στην πραγματικότητα, υπάρχει μια μικρή μείωση στη συνολική πίεση λόγω των απωλειών τριβής του ρευστού.

## UNDERSTANDING PRESSURE

**TOTAL PRESSURE = STATIC PRESSURE + IMPACT PRESSURE (VELOCITY / RAM)**

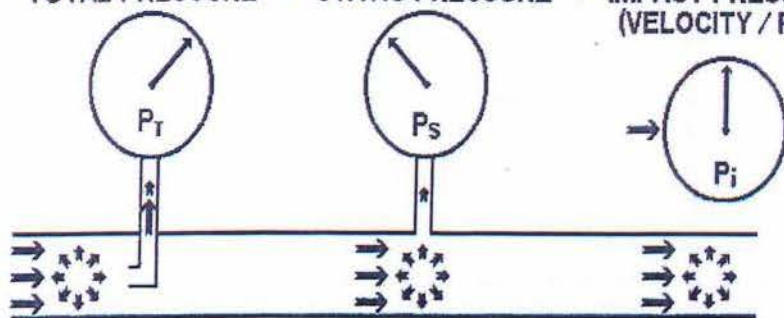
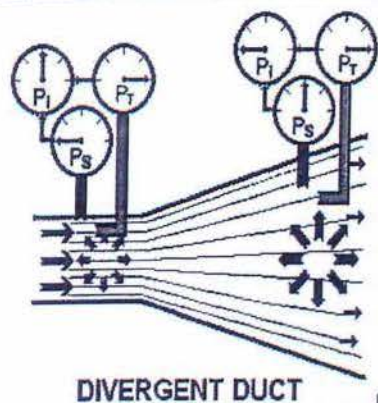


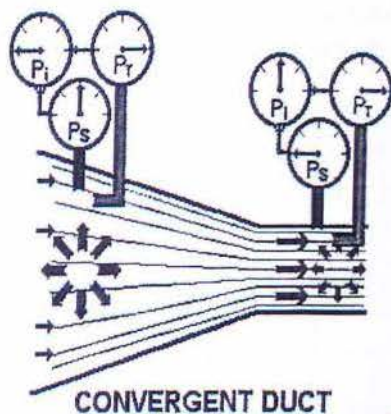
Figure 2-1



**DIVERGENT DUCT**

- VELOCITY,  $P_i$  - DECREASING** ↓
- STATIC PRESS,  $P_s$  - INCREASING** ↑
- TOTAL PRESS,  $P_t$  - CONSTANT** ←
- TEMPERATURE - INCREASING** ↑

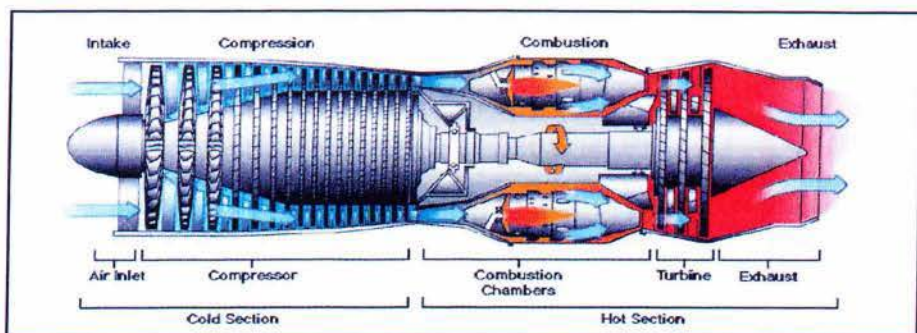
Figure 2-2



**CONVERGENT DUCT**

- VELOCITY,  $P_i$  - INCREASING** ↑
- STATIC PRESS,  $P_s$  - DECREASING** ↓
- TOTAL PRESS,  $P_t$  - CONSTANT** ←
- TEMPERATURE - DECREASING** ↓

Figure 2-3



Εικόνα 3 Τμήματα που απαρτίζουν ένα αεροστροβίλο κινητήρα

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

### Ο ΚΙΝΗΤΗΡΑΣ T-56 ROLLS ROYCE

Ο Allison T56 είναι ένας ενιαίος άξονα, αρθρωτής σχεδίασης, στρατιωτικός ελικοστροβίλος κινητήρας. Φέρει έναν δεκατεσσάρων σταδίων συμπιεστή αξονικής ροής που οδηγείται από ένα στροβίλο τεσσάρων σταδίων. Αρχικά αναπτύχθηκε από την εταιρεία Allison Engine για το Lockheed C-130 μεταγωγικό αεροσκάφος και εισήλθε στην παραγωγή το 1954. Πλέον παράγεται από την Rolls-Royce η οποία εξαγόρασε την Allison το 1995. Η πολιτική έκδοση χαρακτηρίζεται ως 501-D. Έχουν παραχθεί πάνω από 18.000 κινητήρες από το 1954 και καταγραφεί πάνω από 200 εκατομμύρια ώρες πτήσης.

Ο κινητήρας εξελίχθηκε από την προηγούμενη T38 σειρά της Allison. Ο πρώτος πέταξε στη μύτη ενός B-17 αεροσκάφους κλίνης δοκιμών το 1954. Αρχικά τοποθετήθηκαν στο Lockheed Martin C-130A-H Hercules. Ο T56 ήταν επίσης εγκατεστημένος στα αεροσκάφη Lockheed Martin P-3C Orion και E-2/C-2, καθώς και στα πολιτικά αεροσκάφη, όπως η Lockheed Electra και Convaig 580. Μια έκδοση που τοποθετείται σε πλοίο, ο 501K κινητήρα, χρησιμοποιείται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας για όλα τα ταχύπλοα σκάφη και καταστροφείς του Ναυτικού των ΗΠΑ.

Στο Lockheed Martin C-130J Hercules Super το οποίο πέταξε για πρώτη φορά το 1996, ο T56 αντικαθίσταται από τον Rolls-Royce AE 2100, ο οποίος χρησιμοποιεί διπλή FADECs (Full Digital Αρχή ελέγχου του κινητήρα) για τον έλεγχο των κινητήρων και ελίκων. Οδηγεί τη νέα έλικα έξι πτερυγίων τύπου γιαταγάνι από την Dowty Rotol.

| Engine specification |                  |                  |
|----------------------|------------------|------------------|
| Specification        | T56-A Series III | T56-A Series IV  |
| Power (shp)          | 4,591            | 5,250            |
| Bypass ratio         | N/A              | N/A              |
| Pressure ratio       | 9.5              | 11.5             |
| Length (in)          | 146.3            | 146.1            |
| Diameter (in)        | 27               | 27               |
| Basic weight (lb)    | 1,840            | 1,940            |
| Compressor           | 14 High Pressure | 14 High Pressure |
| Turbine              | 4 High Pressure  | 4 High Pressure  |

## ΑΠΟΔΟΣΗ ΚΑΙ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑ

Οι απαιτήσεις απόδοσης μιας μηχανής αεριοστρόβιλου υπαγορεύονται από τον τύπο λειτουργίας για την οποία ο κινητήρας έχει σχεδιαστεί. Αυτό καθορίζεται κυρίως από την ποσότητα της αξονικής υποδύναμης (SHP) που ο κινητήρας αναπτύσσει για ένα δεδομένο σύνολο συνθηκών. Η πλειοψηφία των αεριοστρόβιλων των αεροσκαφών βαθμολογείται σε NASA πρότυπες συνθήκες ημέρας 59 ° F (15 ° C) θερμοκρασία και 29,92 inches στη στήλη Hg πίεση. Αυτό παρέχει μια βάση πάνω στην οποία αεριοστρόβιλοι όλων των τύπων μπορούν να συγκριθούν.

Απαιτήσεις για την υψηλή απόδοση του κινητήρα είναι επίσης υποχρεωτικές καθώς τα καύσιμα γίνονται όλο και πιο ακριβά. Η απόδοση του κινητήρα καθορίζεται κυρίως από την ειδική κατανάλωση καυσίμου (SFC) σε ένα δεδομένο σύνολο συνθηκών.

Πολλοί παράγοντες επηρεάζουν τόσο την αποτελεσματικότητα όσο και την απόδοση του κινητήρα. Ο ρυθμός ροής της μάζας αέρα διαμέσου της μηχανής, υπαγορεύει την απόδοση του. Τυχόν περιορισμοί που εμποδίζουν τον αέρα να ρέει ομαλά μέσα από τον κινητήρα θα περιορίσει την απόδοση του κινητήρα. Η αναλογία πίεσης του συμπιεστή, οι θερμοκρασίες λειτουργίας του κινητήρα (θερμοκρασία εισόδου στρόβιλου), και η απόδοση των επιμέρους στοιχείων θα επηρεάσει επίσης την απόδοση και την αποτελεσματικότητα ολόκληρου του κινητήρα. Κατά τη περίοδο σχεδιασμού του κινητήρα, όλοι αυτοί οι παράγοντες λαμβάνονται υπόψη. Στο βέλτιστο λόγο πίεσης, η θερμοκρασία εισόδου στρόβιλου, και ο ρυθμός ροής της μάζας του αέρα επιλέγονται έτσι ώστε να ληφθεί η απαιτούμενη επίδοση με τον πιο αποδοτικό τρόπο. Επιπλέον, τα επιμέρους στοιχεία του κινητήρα έχουν σχεδιαστεί για ελάχιστες απώλειες ροής για να εξασφαλίζεται η μέγιστη δυνατή αποτελεσματικότητας των στοιχείων.

## Η ΕΙΣΟΔΟΣ

Η συναρμογή του αγωγού εισαγωγής αέρα, είναι σημαντική για την απόδοση και τη διάρκεια ζωής του κινητήρα. Θα πρέπει να παρέχει καθαρή και ανεμπόδιστη ροή αέρα προς τον κινητήρα. Καθαρή και αδιάταρακτη ροή του αέρα εισαγωγής παρατείνει τη διάρκεια ζωής του κινητήρα, με την πρόληψη της διάβρωσης, της οξειδωσης, και της ζημιάς από ξένο αντικείμενο (FOD).

Εξέταση των ατμοσφαιρικών συνθηκών, όπως σκόνη, αλάτι, βιομηχανική ρύπανση, ξένα αντικείμενα (π.χ., τα πουλιά, τα καρύδια και τα μπουλόνια), και θερμοκρασία (δηλαδή, συνθήκες παγοποίησης) πρέπει να γίνονται κατά το σχεδιασμό του συστήματος εισαγωγής. Ένας αγωγός εισόδου σε σχήμα καμπάνας θα πρέπει να εγκατασταθεί μεταξύ του περιβλήματος εισόδου του αέρα του κινητήρα και του αγωγού εισόδου ή θαλάμου για να εξασφαλιστεί ελάχιστη απώλεια αέρα στον κινητήρα σε όλες συνθήκες ροής αέρα.

## Ο ΣΥΜΠΙΕΣΤΗΣ

Ο συμπιεστής έχει την ευθύνη της παροχής του στρόβιλου με τον αέρα που χρειάζεται με ένα αποτελεσματικό τρόπο. Επιπλέον, οφείλει να προμηθεύει αυτόν τον αέρα σε υψηλή στατική πίεση. Ο συμπιεστής είναι αξονικού τύπου ροής, που περιέχει 14 βαθμίδες ρότορα και στάτορα πτερύγια. Ο συμπιεστής του κινητήρα T56/501 έχει συνολικό λόγο πίεσης περίπου 9,5:1. Στις 100% (13.820) στροφές ανά λεπτό, ο κινητήρας συμπιέζει περίπου 433 ft<sup>3</sup> αέρα / δευτερόλεπτο. Σε πρότυπες συνθήκες πυκνότητας του αέρα, αυτό ισούται με μια μάζα

περίπου 33 lb. / sec. Ο συμπιεστής αυξάνει επίσης την θερμοκρασία του αέρα κατά περίπου 550 ° F, καθώς ο αέρας συμπιέζεται. Ισχύς που απαιτείται για την κίνηση του συμπιεστή στη μέγιστη ονομαστική δύναμη είναι περίπου 7000 ίπποι.

Ο συμπιεστής αξονικής ροής έχει 14 βαθμίδες. Κάθε βαθμίδα σταδιακά αυξάνει την πίεση από τη προηγούμενη βαθμίδα. Μία βαθμίδα της συμπίεσης είναι πτερύγια στροφείου (επί ενός περιστρεφόμενου τροχού), ακολουθούμενα από τα πτερύγια του στάτορα (σε ένα στατικό δακτύλιο). Η περιοχή ροής μεταξύ των πτερυγίων του συμπιεστή είναι ελαφρώς αποκλίνουσα. Η επιφάνεια ροής μεταξύ των πτερυγίων του συμπιεστή έχει μεγαλύτερη απόκλιση.

Σε γενικούς όρους, οι βαθμίδες του ρότορα του συμπιεστή μετατρέπουν τη μηχανική ενέργεια σε ενέργεια καυσαερίων. Αυτή η μετατροπή ενέργειας αυξάνει σημαντικά τη συνολική πίεση (Pt). Η μεγαλύτερη αύξηση είναι υπό την μορφή της ταχύτητας (Pi), με μια μικρή αύξηση στη στατική πίεση (Ps) λόγω της απόκλισης στις διόδους ροής των πτερυγίων του ρότορα.

Τα πτερύγια του στάτορα, με τη βοήθεια της γεωμετρίας των αποκλίνων αγωγών, επιβραδύνει τον αέρα, μετατρέποντας έτσι την επιταχυνόμενη ταχύτητα (Pi) σε υψηλότερη στατική πίεση (Ps). Τα πτερύγια τοποθετούνται σε μια γωνία τέτοια ώστε ο αέρας που εξέρχεται να κατευθύνεται εντός των πτερυγίων του στροφείου της επόμενης βαθμίδας κατά την πιο αποδοτική γωνία. Αυτή η διαδικασία επαναλαμβάνεται 14 φορές καθώς ο αέρας ρέει από τη 1<sup>η</sup> βαθμίδα μέχρι τη 14<sup>η</sup> βαθμίδα. Το Σχήμα 2-4 δείχνει μια βαθμίδα του συμπιεστή και ένα γράφημα με τα χαρακτηριστικά της πίεσης καθώς ο αέρας ρέει μέσω της βαθμίδας.

Εκτός από τις 14 βαθμίδες των πτερυγίων του ρότορα και του στάτορα, ο συμπιεστής ενσωματώνει επίσης τα πτερύγια οδηγού εισόδου και τα πτερύγια οδηγού εξόδου. Αυτά τα πτερύγια, που βρίσκονται στην είσοδο και στην έξοδο του συμπιεστή, δεν είναι ούτε αποκλίνοντα ούτε συγκλίνοντα. Τα οδηγιά πτερύγια εισόδου (Inlet Guide Vanes) κατευθύνουν τον αέρα στα πτερύγια του ρότορα της πρώτης βαθμίδας του συμπιεστή στην "καλύτερη" γωνία. Τα πτερύγια οδηγού εξόδου "ομαλοποιούν" τον αέρα που παρέχουν στο τμήμα καύσης με τη σωστή κατεύθυνση ροής.

Η αποδοτικότητα ενός συμπιεστή καθορίζεται κυρίως από τη ομαλότητα της ροής του αέρα. Κατά το σχεδιασμό του, κάθε προσπάθεια γίνεται για να διατηρεί την ομαλή ροή του αέρα μέσα από τον συμπιεστή ελαχιστοποιώντας τις απώλειες αέρα λόγω τριβής και στροβιλισμού. Αυτό το έργο είναι δύσκολο δεδομένου ότι ο αέρας αναγκάζεται να ρέει σε όλο και υψηλότερες δυσμενείς ζώνες πίεσης.

Ο αέρας έχει τη φυσική τάση να ρέει προς ζώνες χαμηλής πίεσης. Εάν ο αέρας αφήνεται να ρεύσει προς τα "πίσω" στις ζώνες χαμηλότερης πίεσης, η αποδοτικότητα του συμπιεστή θα μειωνόταν τρομερά καθώς η ενέργεια που χρησιμοποιείται για να αυξηθεί η πίεση του αέρα χάνεται. Στεγανοποιητικά τύπου λαβύρινθου ενσωματώνονται στη βάση κάθε σειράς των πτερυγίων για την πρόληψη διαρροής αέρα. Επιπλέον, τα διάκενα στην άκρη των περιστρεφόμενων πτερυγίων επίσης διατηρούνται σε ένα ελάχιστο με τη χρήση μιας επικάλυψης αλουμινίου στην εσωτερική επιφάνεια του κελύφους του συμπιεστή.

Όλα τα στοιχεία που χρησιμοποιούνται στην διαδρομή ροής του συμπιεστή είναι αεροτομές για να διατηρούν όσο το δυνατόν ομαλότερη την ροή του αέρα. Παρόμοια με το φτερά ενός αεροπλάνου, η γωνία με την οποία ο αέρας ρέει κατά μήκος των αεροτομών είναι κρίσιμη για την απόδοσή του. Τα σταθερά και κινητά πτερύγια του συμπιεστή είναι τοποθετημένα σε

βέλτιστες γωνίες για την επίτευξη της πιο αποτελεσματικής ροής του αέρα στη μέγιστη ονομαστική ρύθμιση της ταχύτητας.

Οποιαδήποτε απόκλιση από τη μέγιστη ονομαστική ρύθμιση της ταχύτητας αλλάζει τα χαρακτηριστικά της ροής του αέρα εντός του συμπιεστή. Τα σταθερά και κινητά πτερύγια δεν είναι πλέον τοποθετημένα στις βέλτιστες γωνίες τους. Ο T56 κινητήρας ενσωματώνει τέσσερις βαλβίδες εκροής (bleed valves) στη 5<sup>η</sup> και 10<sup>η</sup> βαθμίδα του συμπιεστή. Αυτές οι βαλβίδες είναι ανοικτές μέχρι τις 13.000 στροφές ανά λεπτό (94%) για να επιτρέψει σε μέρος του συμπιεσμένου αέρα να διαφύγει στην ατμόσφαιρα. Αυτό οδηγεί σε υψηλότερες ταχύτητες πάνω στα πτερύγια του ρότορα και τις αεροτομές των βαθμίδων, βελτιώνοντας τις γωνίες αεροτομής. Έτσι μειώνεται η απώλεια στήριξης των αεροτομών ώστε η επιτάχυνση μπορεί να επιτυγχάνεται ακαριαία.

## Ο ΔΙΑΧΥΤΗΣ

Καθώς ο αέρας εξέρχεται από το συμπιεστή, μέσω των πτερυγίων οδηγών εξόδου, τα οποία ελαχιστοποιούν την περιδίνηση, εισέρχεται στο τμήμα του διαχύτη του κινητήρα. Η διαδρομή ροής εντός του διαχύτη είναι ένας αγωγός μεγάλης απόκλισης. Αν και η δομή του διαχύτη παρέχει πολλές λειτουργίες, η κύρια λειτουργία του είναι η αεροδυναμική. Η γεωμετρία του αποκλίνον αγωγού μετατρέπει το μεγαλύτερο μέρος της ταχύτητας (Pi) σε στατική πίεση (Ps). Ως αποτέλεσμα, η υψηλότερη στατική πίεση και η χαμηλότερη ταχύτητα σε ολόκληρο τον κινητήρα είναι στην εισόδου του διαχύτη αποφόρτισης / καύσης. Άλλοι αεροδυναμικοί λόγοι σχεδίασης είναι: σύντομη διαδρομή της ροής, ομοιόμορφη κατανομή ροής, και χαμηλές απώλειες οπισθέλκουσας.

Εκτός από τις κρίσιμες λειτουργίες αεροδυναμικής, ο διαχύτης επίσης παρέχει τα εξής:

- Δομική υποστήριξη, συμπεριλαμβανομένης της τοποθέτησης του κινητήρα
- Υποστήριξη για το οπίσθιο τριβέα του συμπιεστή (No. 2) και στεγανοποιήσεις τύπου λαβυρίνθου
- Θυρίδες αέρα, παρέχουν πεπιεσμένο αέρα για:
  - Απαιτήσεις αεροσκάφους "πελάτη"
  - Εισαγωγή αέρα αποτροπής σχηματισμού πάγου στον κινητήρα.
  - Έλεγχος επιτάχυνσης βαλβίδων εξαέρωσης αέρα.
- Διόδους πίεσης και επιστροφής λαδιού για το τριβέα στο οπίσθιο μέρος του συμπιεστή και στο εμπρόσθιο του στροβίλου.
- Βάση για τα έξι ακροφύσια καυσίμων (fuel nozzles).

## ΤΟ ΤΜΗΜΑ ΤΗΣ ΚΑΥΣΗΣ

Μόλις ο αέρας ρέει μέσω του διαχύτη, εισέρχεται στο τμήμα καύσεως. Το τμήμα καύσεως έχει το δύσκολο καθήκον της παροχής ελεγχόμενης καύσης μεγάλων ποσοτήτων καυσίμου και αέρα. Θα πρέπει να απελευθερώσει τη θερμότητα με ένα τρόπο ώστε ο αέρας να διαστέλλεται και να επιταχύνεται για να δώσει ένα ομαλό και σταθερό ρεύμα ομοιόμορφο ενός θερμαινόμενου αερίου σε όλες τις αρχικές και λειτουργίας συνθήκες. Αυτό το έργο πρέπει να πραγματοποιείται με την ελάχιστη απώλεια πίεσεως και μέγιστη έκλυση θερμότητας. Επιπλέον, οι θάλαμοι καύσης πρέπει να θέτουν, να ελέγχουν τη φλόγα για να αποφευχθεί επαφή της φλόγας με τα μεταλλικά μέρη.



Ο κινητήρας T56/501 χρησιμοποιεί ένα σωληνοδακτυλοειδής τύπου τμήμα καύσης. Έξι θάλαμοι καύσης τοποθετούνται εντός ενός δακτυλίου που δημιουργείται από ένα εσωτερικό και ένα εξωτερικό περίβλημα καύσης. Η καύση λαμβάνει χώρα στο εμπρόσθιο άκρο ή πρωτογενή ζώνη των θαλάμων καύσης. Ο πρωτεύων αέρας ανέρχεται σε περίπου το ένα τέταρτο της συνολικής ροής του αέρα που χρησιμοποιείται για την υποστήριξη της διαδικασίας καύσης. Το υπόλοιπο του αέρα, που αναφέρεται ως δευτερεύων ή αέρας αραιώσης, εισέρχεται στους θαλάμους με έναν ελεγχόμενο τρόπο. Ο δευτερεύων αέρας ελέγχει το μοτίβο της φλόγας, ψύχει τα τοιχώματα επένδυσης, μειώνει τη θερμοκρασία των αερίων του πυρήνα, και παρέχει μάζα. Η φλόγα θερμοκρασίας άνω των 1930°C (3500°F) είναι υψηλότερη από εκείνη που τα μέταλλα του κινητήρα μπορούν να αντέξουν. Συνεπώς, είναι σημαντικό ότι τα ακροφύσια καυσίμου και οι θάλαμοι καύσης ελέγχουν την καύση και την ανάμιξη του καυσίμου και του αέρα κάτω από όλες τις συνθήκες. Η μέγιστη θερμοκρασία στο τμήμα καύσεως εξόδου (θερμοκρασία εισόδου στροβίλου) είναι 1077°C (1970°F) για κινητήρες Σειρά III.

Το οπίσθιο τρίτο των θαλάμων καύσης αναφέρεται ως τμήμα της μετάβασης. Το τμήμα μετάβασης είναι ένας συγκλίνων αγωγός. Συνεπώς, αρχίζει να επιταχύνει τη ροή του αερίου, μειώνεται η στατική πίεση, για την προετοιμασία για την είσοδο του αερίου στο τμήμα του στροβίλου.

### ΤΟ ΤΜΗΜΑ ΤΟΥ ΣΤΡΟΒΙΛΟΥ

Ο T56/501 D έχει μια πλήρως συζευγμένη τεσσάρων βαθμίδων τουρμπίνα. Μετατρέπει την αέρια ενέργεια σε μηχανική ενέργεια για την κίνηση του συμπιεστή, τα οδηγούμενα παρελκόμενα και μέσω της συναρμογής του μειωτήρα κιβωτίου ταχυτήτων, την έλικα. Ο στρόβιλος μετατρέπει την αέρια ενέργεια σε μηχανική ενέργεια με την εκτόνωση των θερμών υψηλής πίεσης αερίων σε χαμηλότερη θερμοκρασία και πίεση.

Κάθε βαθμίδα του στροβίλου περιέχει μία σειρά σταθερών πτερυγίων που ακολουθείται από μια σειρά από περιστρεφόμενων πτερυγίων. Αυτή είναι η αντίστροφη τάξη από το συμπιεστή. Στον συμπιεστή, ενέργεια προστίθεται στο αέριο από τα πτερύγια του στροφείου, στη συνέχεια μετατρέπεται σε στατική πίεση από τα πτερύγια του στάτορα. Στο στρόβιλο, τα πτερύγια του στάτορα αυξάνουν την ταχύτητα του αερίου, μετέπειτα η ενέργεια απορροφάται από τα πτερύγια του στροφείου.

Τα πτερύγια του ρότορα και του στάτορα αποτελούν αεροτομές που παρέχουν ομαλή ροή στα αέρια. Καθώς το αέριο εισέρχεται στο τμήμα του στροβίλου από το τμήμα καύσεως, επιταχύνεται μέσω των πτερυγίων της πρώτης βαθμίδας του στάτορα. Τα πτερύγια του στάτορα σχηματίζουν συγκλίνοντες αγωγούς που μετατρέπουν την αέρια θερμότητα και ενέργεια πίεσης σε υψηλότερη ταχύτητα (Pi). Εκτός από την επιτάχυνση του αερίου, τα πτερύγια «στρέφουν» το αέριο για να το κατευθύνουν εντός των πτερυγίων του στροφείου σε μια βέλτιστη γωνία.

Η μάζα αερίου υψηλής ταχύτητας ρέει διαμέσου των πτερυγίων του στροβίλου, όπου η αέρια ενέργεια μετατρέπεται σε μηχανική ενέργεια. Η ταχύτητα, η θερμοκρασία και η πίεση του αερίου θυσιάζεται με αποτέλεσμα την περιστροφή του στροβίλου καθώς αξονική δύναμη παράγεται.

Ο σχεδιασμός των πτερυγίων του ρότορα του στροβίλου μπορεί να είναι τύπου ώθησης, αντίδρασης ή ώθησης- αντίδρασης. Τα T56-501D πτερύγια του στροβίλου είναι τύπου

ώθησης - αντίδρασης. Η επίδραση του αερίου υψηλής ταχύτητας από τα πτερύγια του στάτορα σε εκείνα του ρότορα παρέχει την ώθηση στο τμήμα μετατροπής της ενέργειας. Τα αποτελέσματα από το τμήμα της αντίδρασης της αεροτομής των πτερυγίων του ρότορα δημιουργούν μία χαμηλή πίεση στην κυρτή, έναντι μίας υψηλότερης πίεσης στην κοίλη πλευρά των πτερυγίων. Παρόμοια με μία πτέρυγα αεροσκάφους, αυτή η διαφορά πίεσεως δημιουργεί μια "ανύψωση" ή μια δύναμη αντίδρασης στα πτερύγια του ρότορα με αποτέλεσμα την περιστροφή του στροβίλου. Ένα συνδυασμός των δύο μεθόδων (ώθησης - αντίδρασης) χρησιμοποιείται στο T56 στρόβιλο. Το Σχήμα 2-5 αντιπροσωπεύει μια βαθμίδα της ώθησης-αντίδρασης του στροβίλου και τα χαρακτηριστικά των αερίων καθώς αυτά ρέουν μέσα από τη βαθμίδα.

Η απόδοση του στροβίλου καθορίζεται από το πόσο καλά παράγει μηχανική ενέργεια από τα θερμά, υψηλής ταχύτητος αέρια. Δεδομένου ότι ο αέρας ρέει από μία ζώνη υψηλής πίεσης σε μία χαμηλής πίεσης ζώνη, το έργο αυτό επιτυγχάνεται αρκετά εύκολα. Η χρήση των σωστά τοποθετημένων αεροτομών επιτρέπει την ομαλή ροή και την εκτόνωση των αερίων μέσω των πτερυγίων του ρότορα και στάτορα του στροβίλου. Όλα τα αέρια πρέπει να ρέουν κατά μήκος των αεροτομών για την επίτευξη της μέγιστης απόδοσης του στροβίλου. Προκειμένου να εξασφαλιστεί αυτό, οι στεγανοποιήσεις τύπου λαβυρίνθου που χρησιμοποιούνται στη βάση των πτερυγίων για να ελαχιστοποιείται η ροή του αερίου γύρω από τα πτερύγια αντί μέσω τους όπως προορίζεται η πορεία του αερίου. Επιπλέον, τα πτερύγια των πρώτων τριών βαθμίδων έχουν καλύμματα στις άκρες για την ελαχιστοποίηση της ροής του αερίου γύρω από τις άκρες τους.

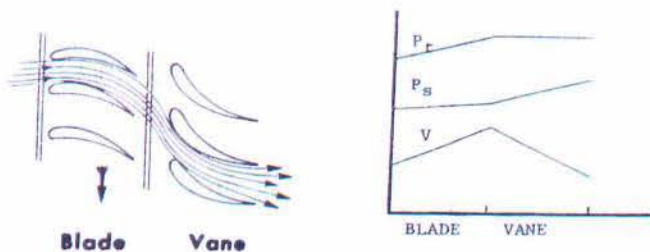


Figure 2-4. Compressor Flow Characteristics

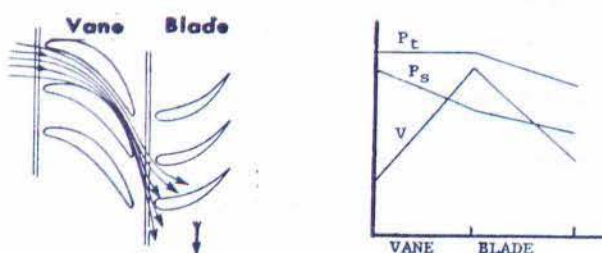


Figure 2-5. Turbine Flow Characteristics

Εικόνα 4 Χαρακτηριστικά Ροής αερίων στα πτερύγια του συμπιεστή και του στροβίλου

## Η ΕΞΑΓΩΓΗ

Αφού τα αέρια έχουν περάσει διαμέσου του στροβίλου απορρίπτονται μέσω της εξάτμισης. Παρά το γεγονός ότι ως ελικοστρόβιλος κινητήρας, το μεγαλύτερο μέρος της αέριου ενέργειας μετατρέπεται σε μηχανική ενέργεια από τον στροβίλο, ένα σημαντικό ποσό της ενέργειας παραμένει στα αέρια της εξάτμισης. Αυτή η ενέργεια του αερίου επιταχύνεται από το σχήμα του συγκλίνοντα αγωγού της εξάτμισης που την καθιστά πιο χρήσιμη ως jet ώθησης.

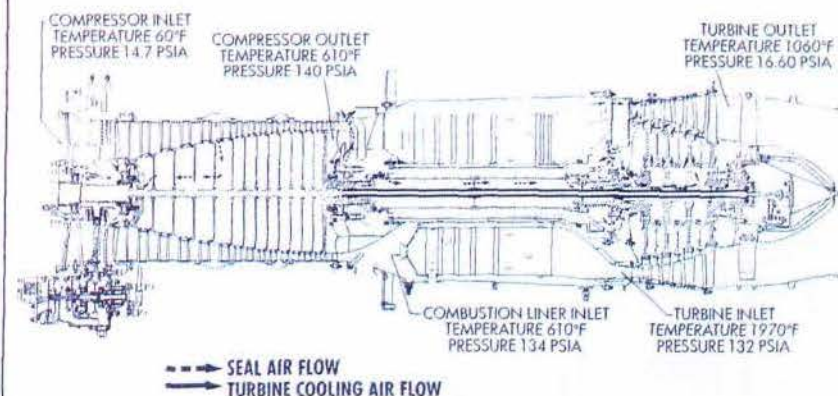
## ΟΙ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΣΤΡΟΒΙΛΟΥ

Η μέγιστη θερμοκρασία στροβίλου στην οποία ένας αεριοστρόβιλος κινητήρας μπορεί να λειτουργήσει περιορίζεται από τα υλικά που χρησιμοποιούνται στο καυτό τμήμα του κινητήρα. Τα μέταλλα που χρησιμοποιούνται περιορίζονται σε θερμοκρασίες περίπου  $1200^{\circ}\text{C}$  ( $2200^{\circ}\text{F}$ ). Το πρώτο μέταλλο που το καυτό αέριο από το τμήμα καύσης έρχεται σε επαφή είναι η είσοδος του στροβίλου. Προκειμένου να ελεγχθεί αυτή η κρίσιμη θερμοκρασία, τοποθετούνται θερμοστοιχεία στην ροή του αερίου για την παρακολούθηση της θερμοκρασίας εισόδου στροβίλου (Turbine Inlet Temperature).

Συμβιβασμοί γίνονται στο σχεδιασμό της τουρμπίνας για να επιτευχθεί μια επιθυμητή ισορροπία της: ισχύς, απόδοσης, κόστους, διάρκειας ζωής του κινητήρα, κλπ. Ως παράδειγμα: Ο κινητήρας σειράς T56/501 III μπορεί να λειτουργήσει σε ένα TIT υψηλότερο από ό, τι τον κινητήρα σειράς II. Αυτό παρέχει αυξημένη ενέργεια, καθώς και βελτίωση της αποτελεσματικότητας έναντι του υψηλότερου κόστους για απευθείας ψύξη της πρώτης βαθμίδας του στροβίλου και των άλλων στοιχείων.

### ENGINE PRESSURE AND TEMPERATURE DATA

### T56/501 SERIES III

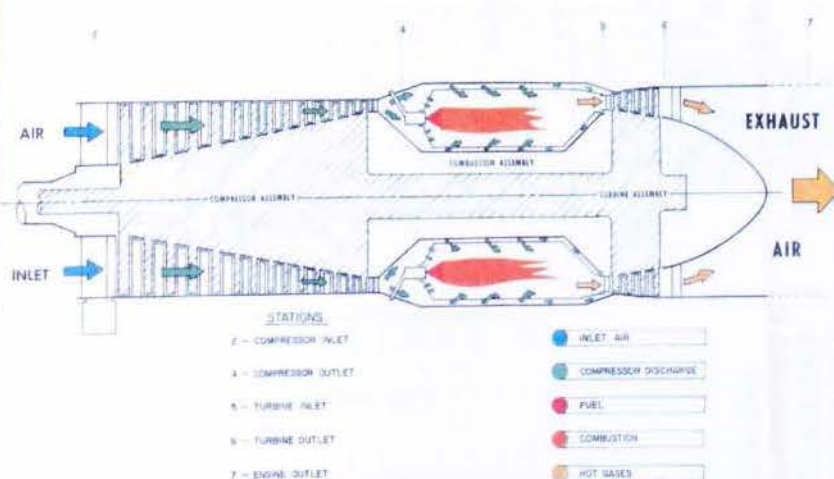


156-23

Εικόνα 5 Στοιχεία θερμοκρασιών και πίεσης του κινητήρα

501-D3, D22-D22A  
T56-A-7, -15

### POWER SECTION AIR FLOW SCHEMATIC

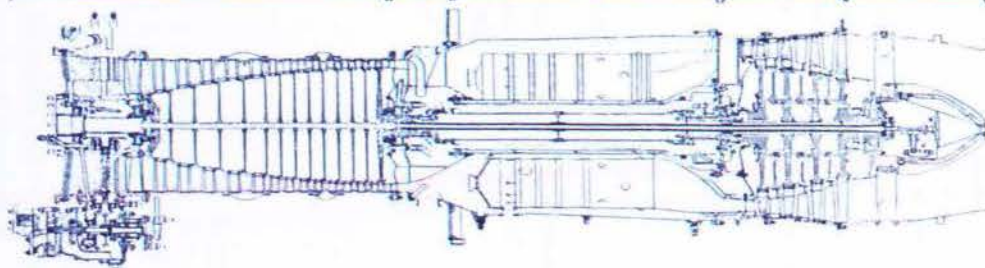
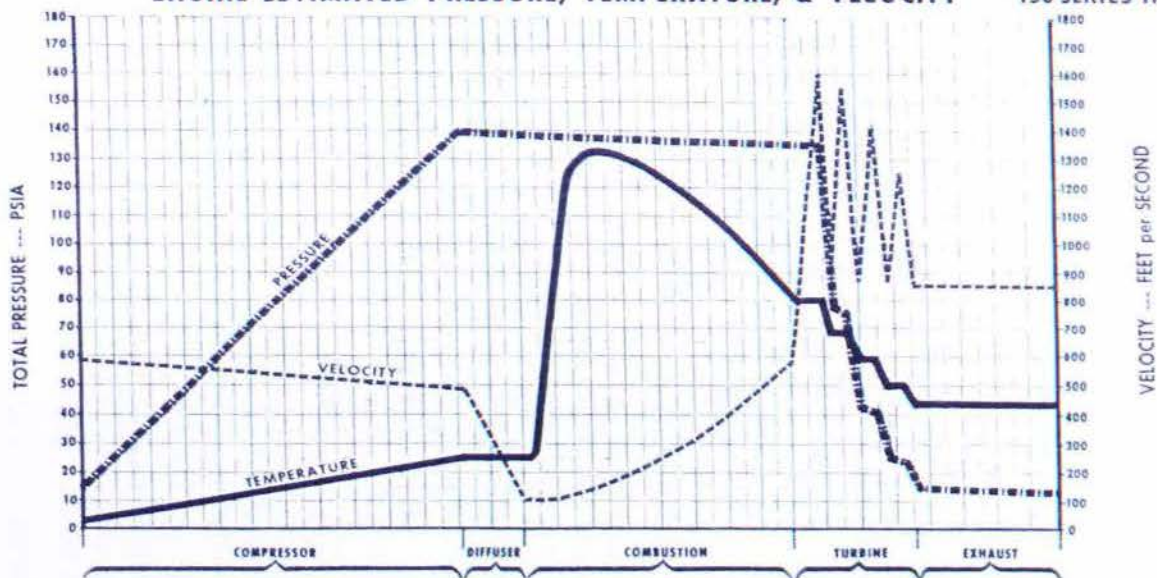
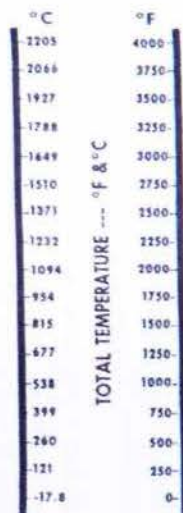


Εικόνα 6 Σχηματική παράσταση ροής αέρα στο τμήμα ισχύος

501 SERIES III

## ENGINE ESTIMATED PRESSURE, TEMPERATURE, &amp; VELOCITY

T56 SERIES III



NOTE: THIS INFORMATION IS FOR AIRCRAFT ENGINES ONLY

T56-25

Εικόνα 7 Στοιχεία πίεσης, θερμοκρασίας και ταχύτητας αέρα στα τμήματα του κινητήρα

## ΟΙ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΤΩΝ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΩΝ ΣΥΝΘΗΚΩΝ

Η απόδοση του αεριοστρόβιλου κινητήρα εξαρτάται από την μάζα του αέρα που εισέρχεται στον κινητήρα. Σε μία σταθερή ταχύτητα, ο συμπιεστής αντλεί ένα σταθερό όγκο αέρα μέσα στο κινητήρα χωρίς να λαμβάνει υπόψη την πυκνότητα ή την μάζα του αέρα. Αν η πυκνότητα του αέρα μειωθεί, μικρότερη μάζα αέρα ρέει δια μέσου του κινητήρα έτσι λιγότερη ισχύς παράγεται. Εάν αυξηθεί η πυκνότητα του αέρα, η παραγόμενη ισχύς επίσης αυξάνει όσο αυξάνει η ροή μάζας αέρα. Οι ατμοσφαιρικές συνθήκες επηρεάζουν την απόδοση του κινητήρα, δεδομένου ότι επηρεάζουν την πυκνότητα του αέρα. Σε μια κρύα ημέρα, η πυκνότητα του αέρα είναι υψηλή έτσι η μάζα του αέρα που εισέρχεται στο συμπιεστή αυξάνεται. Ως αποτέλεσμα, μία υψηλότερη υποδύναμη παράγεται. Σε αντίθεση, σε μια ζεστή ημέρα ή σε συνθήκες υψηλού υψόμετρου, η πυκνότητα του αέρα μειώνεται. Αυτό ως αποτέλεσμα έχει τη μείωση της αξονικής υποδύναμης.

### Ο ΣΥΜΠΙΕΣΤΗΣ

#### ΕΝΟΤΗΤΑ ΕΙΣΑΓΩΓΗΣ ΣΥΜΠΙΕΣΤΗ

Ο συμπιεστής του T56 Series III κινητήρα είναι ένας 14<sup>ov</sup> βαθμίδων, αξονική ροής, σταθερής γεωμετρίας συμπιεστής με 8 βαλβίδες επιτάχυνσης εξαέρωσης. Κατά την πτήση, ο συμπιεστής λειτουργεί σε μία σταθερή ταχύτητα 13820 rpm (100%).

Το τμήμα συμπιεστή αποτελείται από τέσσερα υποσυγκροτήματα:

- Συναρμογή εισόδου αέρα (Air Inlet Housing)
- Συναρμογή ρότορα συμπιεστή (Compressor Rotor)
- Συναρμογή κελύφους συμπιεστή (Compressor Casing)
- Συναρμογή διαχύτη συμπιεστή (Diffuser)

Το περίβλημα εισαγωγής αέρα (πράσινο) κατευθύνει τον αέρα μέσα στο συμπιεστή, υποστηρίζει το εμπρόσθιο τριβέα του συμπιεστή (No. 1), προβλέπει διόδους για τα λίπανση και τη ροή αέρα, και στεγάζει τον άξονα επέκτασης του συμπιεστή και τα οδηγία πτερύγια εισόδου (κίτρινο).

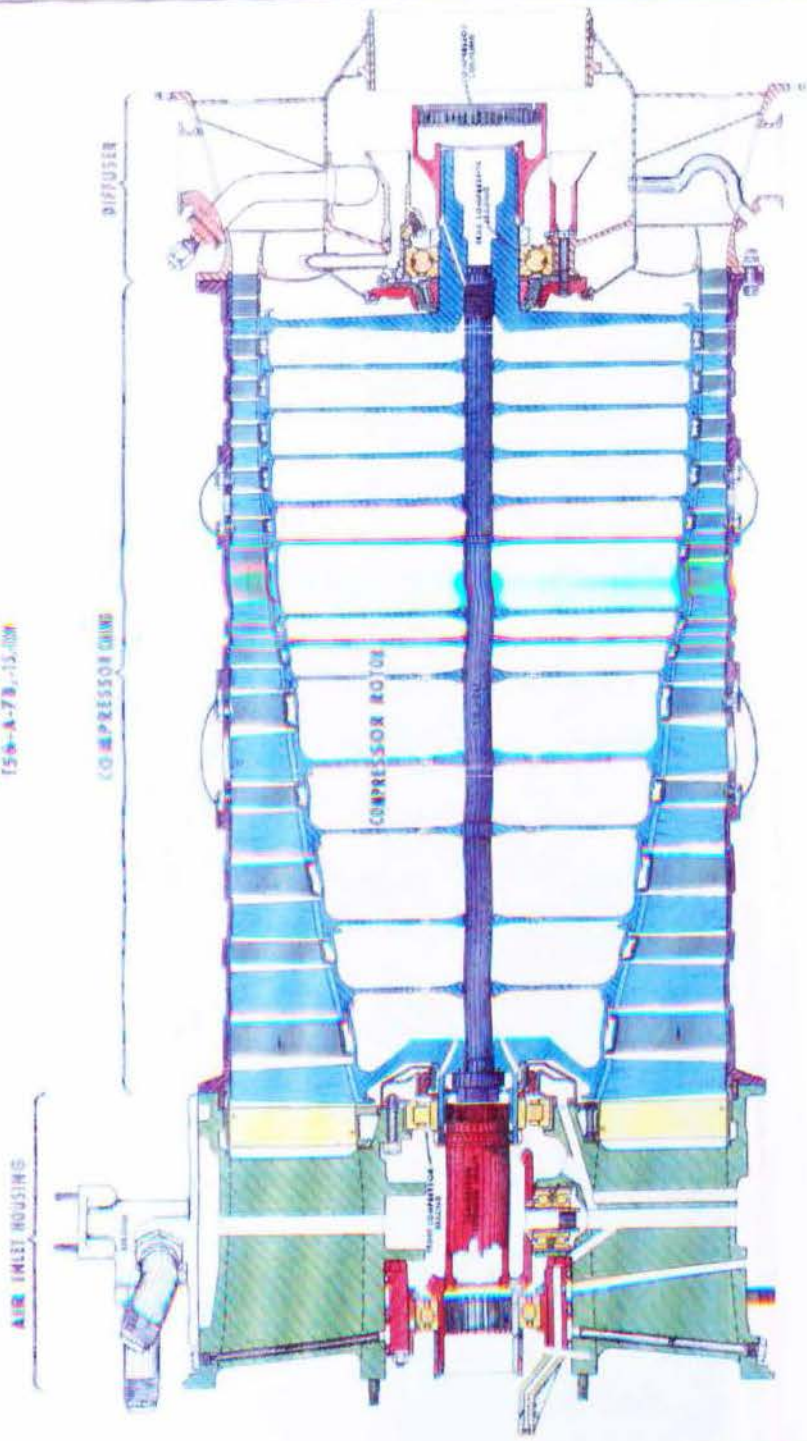
Ο ρότορας του συμπιεστή στερεώνει 14 σειρές πτερυγίων στάτορα (μπλε), τα οποία προσθέτουν ενέργεια στο αέρα επιταχύνοντάς τον. Ο ρότορας αποτελείται από 14 τροχούς που φέρουν πτερύγια οι οποίοι συγκρατούνται μαζί με έναν κεντρικό άξονα συγκράτησης.

Το κέλυφος του συμπιεστή στεγάζει 13 σειρές των πτερυγίων του στάτορα (μωβ): τα πτερύγια της 14<sup>ης</sup> βαθμίδας σε συνδυασμό με τα οδηγία πτερύγια εξόδου βρίσκονται στη συναρμογή του διαχύτη. Τα πτερύγια του στάτορα του συμπιεστή αυξάνουν τη στατική πίεση του αέρα από την επιβράδυνση του αέρα και μετατρέπουν την ταχύτητα σε πίεση.

Ο διαχύτης του συμπιεστή οδηγεί τον αέρα από την έξοδο του συμπιεστή μέσα στο τμήμα καύσης. Υποστηρίζει επίσης τον οπίσθιο τριβέα του συμπιεστή (No. 2), παρέχει διόδους για τη λίπανση και τη ροή αέρα, και έχει θύρες εξαέρωσης για εξωτερική χρήση του αέρα αποφόρτισης του συμπιεστή.

# COMPRESSOR SECTION SCHEMATIC

301-D13, 0-22-002A  
159-A-78, 15-00W



Εικόνα 8 Σχηματική παράσταση τμήματος συμπιεστή



Εικόνα 9. 3D Απεικόνιση στρόφιξου συμπιεστή



## ΣΤΕΓΑΣΗ ΕΙΣΑΓΩΓΗΣ ΑΕΡΑ ΣΥΜΠΙΕΣΤΗ

Το περίβλημα της εισαγωγής αέρα του συμπιεστή, ένα από τα κύρια δομικά στοιχεία του κινητήρα, είναι ένα χυτό κράμα αλουμινίου. Το περίβλημα αποτελείται από έναν εξωτερικό και έναν εσωτερικό περίβλημα με οκτώ δοκούς στήριξης μεταξύ των δύο περιβλημάτων. Το εξωτερικό περίβλημα έχει τέσσερις μεγάλες οπές τοποθέτησης. Δύο οπές χρησιμοποιούνται για τη συγκράτηση στηριγμάτων που παρέχουν συγκράτηση για τα δύο υποστηρίγματα που εκτείνονται μεταξύ του κελύφους εισόδου αέρα και τη πίσω θήκης συναρμογής του μειωτήρα. Τα υποστηρίγματα παρέχουν ακαμψία μεταξύ του κινητήρα και της συναρμογής του μειωτήρα. Οι άλλες δύο οπές χρησιμοποιούνται όταν ο κινητήρας έχει εγκατασταθεί πάνω σε ένα stand. Το περίβλημα εισαγωγής αέρα παρέχει μέσα για τη στερέωση για τη συναρμογή του μειωτήρα οδηγούμενων παρελκόμενων στο κάτω μέρος, καθώς και για την τοποθέτηση εξαερισμού του κινητήρα στη κορυφή.

Οι δύο βαλβίδες αποτροπής σχηματισμού πάγου (Anti-icing Valves) συνδέονται με το εξωτερικό κέλυφος κοντά στην οπίσθια αναχίλωση στην αριστερή και δεξιά πλευρά. Ένας αισθητήρας πίεσης αέρα εισαγωγής στο συμπιεστή (Compressor Inlet Pressure), που έχει εγκατασταθεί στην αριστερή οριζόντια δοκό στήριξης, παρέχει ενδείξεις της πίεσης στην είσοδο του συμπιεστή αέρα στον ρυθμιστή καυσίμου (Fuel Control). Ένας αισθητήρας θερμοκρασίας εισαγωγής αέρα του συμπιεστή (Compressor Inlet Temperature) (δεν εμφανίζεται), τοποθετημένος κάτω από την αριστερή οριζόντια δοκό στήριξης, υποδεικνύει την θερμοκρασία αέρα εισόδου στο συμπιεστή στον ρυθμιστή καυσίμου. Τοποθετημένο εμπρόσθια από τον αισθητήρα θερμοκρασίας είναι ένας σωληνωτός αισθητήρας αποτροπής σχηματισμού πάγου (Anti-icing Probe Tube). Ένα βελτιωμένος σωλήνας αποτροπής σχηματισμού πάγου σκεπάζει τον αισθητήρα θερμοκρασίας και μειώνει τη διαταραχή ροής αέρα στην είσοδο του συμπιεστή.

Το περίβλημα τριβέα του άξονα επέκτασης (Compressor Extension Shaft Bearing Housing) του συμπιεστή είναι ασφαλισμένο σε κυλινδρικό άνοιγμα στο περίβλημα εισαγωγής αέρα. Δύο αυλάκια γύρω από το κέλυφος του άξονα επέκτασης σχηματίζουν δύο δακτυλιοειδείς περάσματα που στεγανοποιούνται από τρεις ροδέλες. Το εμπρόσθιο δακτυλιοειδές πέρασμα τροφοδοτείται με θερμό αέρα διαμέσου των δύο οριζόντιων δοκών στήριξης κατά τη λειτουργία αποτροπής σχηματισμού πάγου του κινητήρα. Από αυτό το πέρασμα, ο θερμός αέρας κατευθύνεται σε έξι σωλήνες διανομής αέρα αποτροπής σχηματισμού του πάγου (Anti-icing air distribution tubes) που βρίσκονται σε διάτρητα περάσματα στους υπόλοιπους έξι ακτινικούς δοκούς στήριξης.

Οι σωλήνες διανομής διανέμουν ομοιόμορφα τον αέρα αποτροπής σχηματισμού πάγου μέσα από τις δοκού στήριξης, έτσι ώστε τα άκρα των δοκών στήριξης να θερμαίνονται για την αποτροπή του σχηματισμού πάγου. Το πίσω δακτυλιοειδές πέρασμα λαμβάνει λάδι με πίεση από τον μειωτήρα παρελκόμενων μέσα από τη κάτω δοκό στήριξης του περιβλήματος εισόδου αέρα. Λάδι από αυτό το δακτυλιοειδές πέρασμα κατευθύνεται μέσω του περιβλήματος του άξονα επέκτασης σε ένα ψεκαστήρα λαδιού στην οπίσθια πλευρά το οποίο ψεκάει λάδι στον εμπρόσθιο τριβέα του συμπιεστή. Ένας ψεκαστήρας στο κέλυφος του τριβέα του άξονα επέκτασης, ψεκάει λάδι στον τριβέα του άξονα επέκτασης του συμπιεστή. Ένας διπλός ψεκαστήρας λαδιού, που βρίσκεται στην εμπρόσθια πλευρά του περιβλήματος του τριβέα του άξονα επέκτασης, παρέχει το λάδι για τη μεσαία περιοχή (mid bearing) και το κεντρικό χιτώνιο του τριβέα της συναρμογής του μετρητή ροπής. Μία εξωτερική γραμμή λαδιού, προσαρτημένη στο εξωτερικό κέλυφος του περιβλήματος εισόδου αέρα στο οπίσθιο

της κάτω αριστερής δοκού στήριξης, λαμβάνει λάδι από τη δακτυλιοειδούς δίοδο πίεσης λαδιού, και μεταδίδει το λάδι που χρησιμοποιείται για λίπανση του οπίσθιου τριβέα του συμπιεστή και του εμπρόσθιου και οπίσθιου τριβέα του τροβίλου.

Ένας κλωβός τριβέα είναι ασφαλισμένος με το περίβλημα του τριβέα του άξονα επέκτασης στο κέλυφος εισόδου του αέρα. Ο εξωτερικός δακτύλιος του τριβέα του άξονα επέκτασης συγκρατείται στο κλωβού του τριβέα. Μία σφήνα τοποθετημένη σε μια εγκοπή στον εξωτερικό δακτύλιο και σε μία οπή στο κλωβό αποτρέπει την περιστροφή του δακτυλίου. Η εσωτερική διαδρομή του τριβέα και ο δακτύλιος αποστάσεως συγκρατούνται στον άξονα επέκτασης από ένα περικόχλιο. Αυτός ο σφαιροειδής τριβέας έχει έναν εσωτερικό διασπώμενο δακτύλιο, και χρησιμοποιείται για την ακτινική στήριξη και την αξονική συγκράτηση του άξονα επέκτασης του συμπιεστή στο κέλυφος του τριβέα. Ο άξονας επέκτασης του συμπιεστή συνδέεται στο κέντρο του τροχού της 1<sup>ης</sup> βαθμίδας του συμπιεστή. Ένας δακτύλιος-Ο αποτρέπει τη διαρροή λαδιού μεταξύ της πλήμνης τροχού και του άξονα επέκτασης. Ο άξονας ροπής του μετρητή ροπής, συνδέεται στον κινητήρα με τη σύζευξη του μετρητή ροπής που συνδέεται με τον άξονα επέκτασης του συμπιεστή, μεταφέρει ροπή από τον άξονα επέκτασης στη συναρμογή του μειωτήρα. Ο κωνικός οδοντωτός τροχός στον άξονα επέκτασης κινεί ένα πλευρικό γρανάζι (Compressor side gear) που είναι στηριγμένο στη κάτω δοκό στήριξης του κελύφους εισαγωγής αέρα από ένα συγκρότημα τριβέων που αποτελείται από δύο ένσφαιρους τριβείς.

Το συγκρότημα του τριβέα στεγάζεται σε ένα κλωβό τριβέα (bearing cage) που είναι καρφωμένο στο κέλυφος της εισόδου αέρα. Ο κινητήριος άξονας παρελκόμενων, που κινεί το σύμπλεγμα γραναζιών στη συναρμογή οδηγών παρελκόμενων, σε σύζευξη με το πλευρικό γρανάζι.

Η συναρμογή των οδηγών πτερυγίων εισαγωγής του συμπιεστή βιδώνεται στη πίσω πλευρά του περιβλήματος εισαγωγής αέρα στο εσωτερικό κέλυφος. Τα πτερύγια της συναρμογής είναι κοίλα με ένα χάρισμα κατά μήκος του πτερυγίου. Όταν αέρας αποτροπής σχηματισμού πάγου κατευθύνεται προς τα άκρα των πτερυγίων, ο αέρας ρέει μέσα από αυτά και εξέρχεται διαμέσου των οπών στα αντίθετα άκρα. Οι οριζόντιες δοκοί στήριξης του περιβλήματος εισαγωγής αέρα έχουν διάτρητα περάσματα που οδηγούν αέρα αποτροπής σχηματισμού πάγου προς την εσωτερική διάμετρο της συναρμογής των οδηγών πτερυγίων εισαγωγής του συμπιεστή. Ο αέρας αποτροπής σχηματισμού πάγου μεταφέρεται στην εξωτερική διάμετρο της συναρμογής των πτερυγίων εισαγωγής του συμπιεστή από τις βαλβίδες αέρα αποτροπής σχηματισμού πάγου διαμέσου του εξωτερικού κελύφους του περιβλήματος εισαγωγής του αέρα. Τρεις δακτύλιοι στεγανοποίησης τύπου O χρησιμοποιούνται για τη σφράγιση του θερμού αέρα εντός των περασμάτων αποτροπής σχηματισμού πάγου.

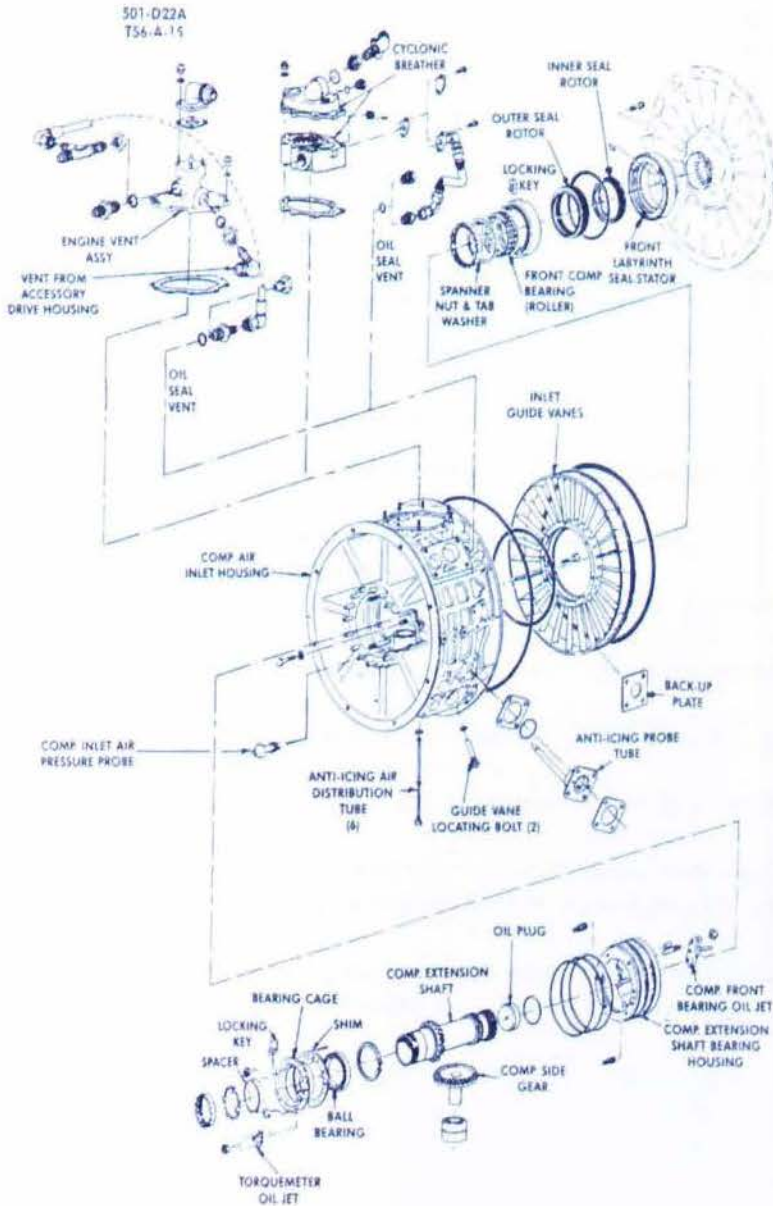
Η συναρμογή εξαερισμού (Engine vent assy) (Σειρά κινητήρων III) και η αναχείλιση στερεώνονται στην κορυφή του περιβλήματος εισαγωγής αέρα. Η κοιλότητα των αεραγωγών εισαγωγής αέρα, η συναρμογή μειωτήρα ταχυτήτων, η κοιλότητα στέγασης παρελκόμενων κίνησης, το εμπρόσθιο στοιχείο στεγανοποίησης του τριβέα του συμπιεστή, και η δεξαμενή λαδιού. Η συναρμογή του μειωτήρα εξαερώνεται στη κοιλότητα του περιβλήματος εισαγωγής αέρα μέσω του περιβλήματος του μετρητή ροπής. Η κοιλότητα του περιβλήματος εισόδου του αέρα εξαερώνεται στη κοιλότητα του περιβλήματος των παρελκόμενων κίνησης μέσω οπών στη κάτω δοκό στήριξης του περιβλήματος εισαγωγής αέρα. Η κοιλότητα του περιβλήματος της εισόδου αέρα εξαερώνεται στη συναρμογή εξαερισμού μέσω μίας εύκαμπτης γραμμής συγκρατημένη στον κινητήρα. Η κοιλότητα του περιβλήματος εισαγωγής

αέρα εξαερώνεται κατευθείαν επίσης στον πυθμένα της συναρμογής εξαερισμού μέσω διάτρητων οπών στην άνω δοκό στήριξης του περιβλήματος εισαγωγής αέρα.

Μία εξωτερική, ευέλικτη, και συγκρατημένη στο πλαίσιο αεραγωγός γραμμή εξαερώνει τη δεξαμενή λαδιού στη συναρμογή εξαερισμού. Μια ενιαία, εύκαμπτη, και συγκρατημένη στο αεροσκάφος γραμμή είναι συνδεδεμένη στη συναρμογή εξαερισμού. Ο εξαερισμός στη άνω αριστερό δοκό στήριξης που συνδέεται με το εμπρόσθιο λαβύρινθο στεγανοποίησης του εδράνου του συμπίεστή, μπορεί να συνδεθεί με την συναρμογή εξαερισμού μέσω ενός κοντού εξωτερικού σωλήνα για τροποποιημένους κινητήρες.

Το περίβλημα του συμπίεστή στερεώνεται στην οπίσθια πατούρα του εξωτερικού κελύφους του περιβλήματος εισαγωγής αέρα. Ο εμπρόσθιος τριβέας του συμπίεστή στεγάζεται σε έναν κλωβό τριβέα (δεν φαίνεται) που είναι καρφωμένος στο εσωτερικό κέλυφος του περιβλήματος εισαγωγής αέρα. Ο εξωτερικός δακτύλιος εμποδίζεται από το να περιστρέφεται από ένα κλειδί ασφάλισης. Το κλειδί ασφάλισης ασφαρίζεται σε μία σχισμή του εμπρόσθιου λαβύρινθου στεγανοποίησης του στάτορα το οποίο ασφαρίζεται στο οπίσθιο μέρος του περιβλήματος εισαγωγής. Ο εσωτερικός δακτύλιος του τριβέα και οι εσωτερικοί και εξωτερικοί ρότορες (inner and outer seal rotors) του λαβύρινθου στεγανοποίησης (front labyrinth seal stator) στερεώνονται στο τροχό της 1<sup>ης</sup> βαθμίδας του ρότορα του συμπίεστή από ένα περικόχλιο και μία ροδέλα. Ένας δακτύλιος στεγανοποίησης τύπου O και ένα παρέμβυσμα περάσματος εξαερισμού σφραγίσεως επίσης περιλαμβάνονται στη συναρμογή.

# COMPRESSOR AIR INLET HOUSING EXPLODED VIEW T56/501 SERIES I, II, III



T56-28

Εικόνα 10 Αεπτομητής απεικόνιση στάθμης εισαγωγής αέρα συμπιεστή

## ΣΤΕΓΑΣΗ ΕΙΣΑΓΩΓΗΣ ΑΕΡΑ (ΑΝΩ ΚΑΙ ΚΑΤΩ ΟΨΗ)

### ΑΝΩ ΟΨΗ

Ο κυκλωνικός εξαερισμός (Σειρά I, II) ή η συναρμογή του εξαερισμού του κινητήρα (Σειρά III) είναι τοποθετημένα στην κορυφή του περιβλήματος εισαγωγής αέρα. Οπές στην άνω δοκό στήριξης του περιβλήματος επιτρέπουν στον αέρα να διαφύγει προς τα πάνω και στο λάδι να αποστραγγιστεί προς τα κάτω από αυτήν την τοποθεσία.

Ένα από τα δύο μπουλόνια τοποθέτησεως συναρμολόγησης των οδηγών πτερυγίων αέρα εισαγωγής είναι εγκατεστημένο στην κορυφή στο οπίσθιο δεξιά μέρος του περιβλήματος. Είναι σπειρώματα εντός του περιβλήματος και διασυνδεδειγμένοι με τον αέρα εντός της εξωτερικής ζώνης του συγκροτήματος των οδηγών πτερυγίων αέρα εισαγωγής.

Η στεγανοποίηση του λαδιού του εμπρόσθιου τριβέα του συμπιεστή (No. 1) εξαερίζεται μέσω της άνω αριστερής δοκού στήριξης του περιβλήματος. Παλαιότερα κινητήρες έχουν ένα θωρακισμένο βύσμα σε αυτή τη θέση. Οι μετέπειτα κινητήρες έχουν εγκατεστημένο έναν εξωτερικό σωλήνα εδώ για να κατευθύνει τον αέρα εξαερισμού της στεγανοποίησης στο συγκρότημα εξαερισμού του κινητήρα, όπου εξάγεται εκτός του σκάφους.

### ΚΑΤΩ ΟΨΗ

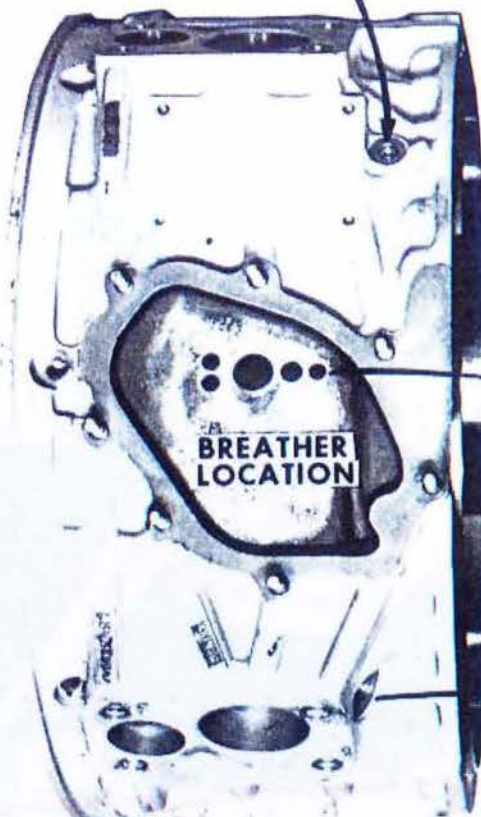
Το κάτω μέρος του περιβλήματος έχει αυτά τα χαρακτηριστικά:

- Ένα ορθογώνιο πλαίσιο στήριξης για τη στήριξη των εξαρτημάτων κίνησης: αυτό το πλαίσιο έχει:
  - ο Πέντε άξονες για ασφάλιση με κοχλίες στο εμπρόσθιο μέρος
  - ο Τέσσερις εισαγωγές στο οπίσθιο μέρος
  - ο Δύο οπές (μία σε κάθε πλευρά) για τους άξονες στη συναρμογή των εξαρτημάτων κίνησης (for accessory drive housing stud)
  - ο Μια μεγάλη οπή στο κέντρο για τον κύριο κινητήριο άξονα (for accessory main drive shaft)
  - ο Οπές αποστράγγισης λαδιού και εξαερισμού του αέρα μέσα από την κάτω δοκό στήριξης (oil drain and vent holes)
  - ο Μια θύρα μεταφοράς πίεσης λαδιού (pressure oil inlet to extension shaft housing)
- Ένας από τους έξι σωλήνες διανομής αέρα αποτροπής σχηματισμού πάγου είναι εγκατεστημένος στη κάτω δεξιά εμπρόσθια πλευρά του περιβλήματος (for anti-icing air distribution tube).
- Λάδι πίεσης εξέρχεται από το περίβλημα στο κάτω αριστερά μέρος σε μια εξωτερική γραμμή που μεταφέρει το λάδι πίσω στους No. 2, 3, και 4 τριβείς (pressure oil outlet to #2, #3 and #4 bearings).

FOR I.G.V. ASSEMBLY LOCATING BOLT

# AIR INLET HOUSING 501-D13,-D22,-D22A T56-A-7,-15,-10W

FOR ANTI-ICING AIR  
DISTRIBUTION TUBE



**BREATHER  
LOCATION**

FOR ACCESSORY DRIVE  
HOUSING STUD (2)

**ACCESSORY  
DRIVE  
HOUSING  
LOCATION**

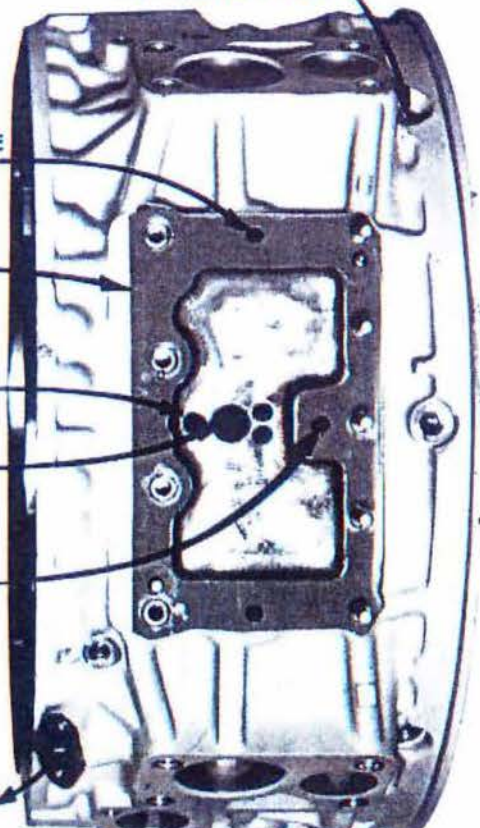
OIL DRAIN & VENT HOLES

FOR ACCESSORY  
MAIN DRIVE SHAFT

PRESSURE OIL INLET  
TO EXTENSION  
SHAFT HOUSING

VENT FROM #1 BEARING  
OIL SEAL TO BREATHER

PRESSURE OIL OUTLET  
TO #2, #3 AND  
#4 BEARINGS

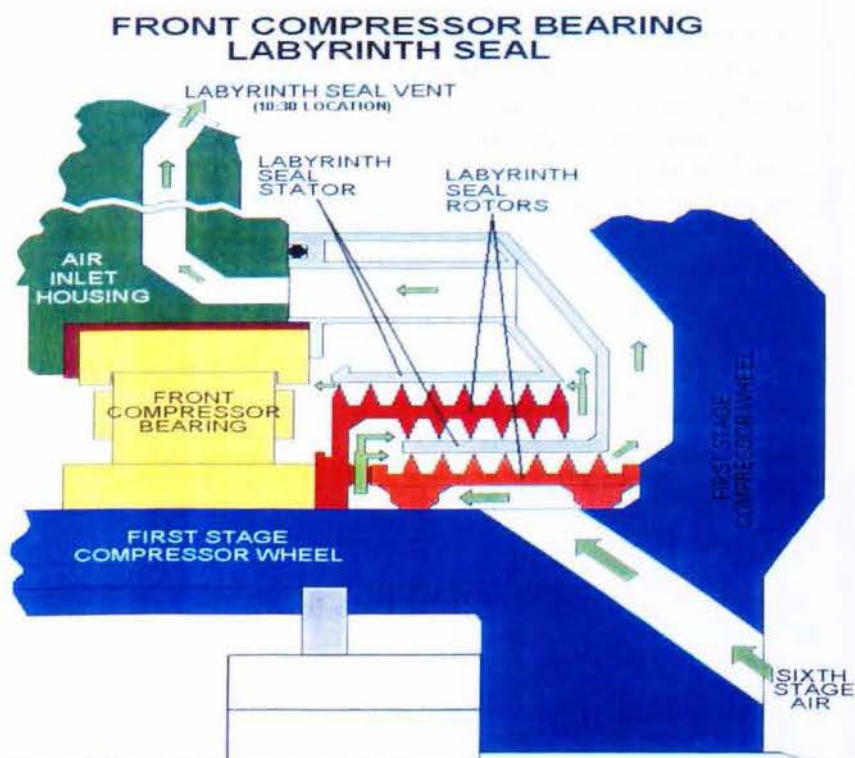


**BOTTOM VIEW**

**TOP VIEW**

## ΣΧΗΜΑΤΙΚΗ ΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΤΗΣ ΣΤΕΓΑΝΟΠΟΙΗΣΗΣ ΛΑΔΙΟΥ ΤΟΥ ΕΜΠΡΟΣΘΙΟΥ ΤΡΙΒΕΑ ΤΟΥ ΣΥΜΠΙΕΣΤΗ (ΝΟ. 1)

Η στεγανοποίηση του λαδιού του εμπρόσθιου τριβέα του συμπιεστή (No. 1) (front compressor bearing labyrinth seal) είναι ένας λαβύρινθος τύπου τριών σταδίων ο οποίος χρησιμοποιεί αέρα που διαφεύγει εσωτερικά του αεροσυμπιεστή για να λειτουργήσει. Ο αέρας αφήνεται να διαρρεύσει από την 6<sup>η</sup> βαθμίδα (sixth stage) του συμπιεστή και ρέει προς τα εμπρός προς τη στεγανοποίηση διαμέσου οπών στους τροχούς του συμπιεστή. Αυτός ο αέρας ρέει αρχικά κάτω από τον εσωτερικό ρότορα στεγανοποίησης της συναρμογής της στεγανοποίησης. Η ροή αέρα στη συνέχεια διαχωρίζεται και ποσοστό του αέρα διαφεύγει πίσω στην είσοδο του συμπιεστή κατά μήκος της εξωτερικής διαμέτρου του ρότορα της εσωτερικής στεγανοποίησης. Η υπόλοιπη ροή αέρα διέρχεται μεταξύ της στεγανοποίησης του στάτορα και της εσωτερικής διαμέτρου της εξωτερικής στεγανοποίησης του ρότορα. Στη συνέχεια αυτή η ροή αέρα φθάνει σε ένα θάλαμο από τον οποίο διαφεύγει στην ατμόσφαιρα διαμέσου της άνω αριστερής δοκού στήριξης του περιβλήματος εισαγωγής αέρα. Αυτός ο εξαερισμός αποτρέπει την αύξηση της πίεσης στην κοιλότητα του περιβλήματος της εισόδου αέρα με τη τελική ροή αέρα κατά μήκος της εξωτερικής διαμέτρου της εξωτερικής στεγανοποίησης του ρότορα. Είναι η ροή του αέρα που στεγανοποιεί το λάδι εντός της κοιλότητας του περιβλήματος της εισόδου του αέρα.



Εικόνα 12 Σχηματική παράσταση στεγανοποίησης λαδιού του εμπρόσθιου τριβέα του συμπιεστή

## ΣΧΗΜΑΤΙΚΗ ΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΠΕΡΙΒΛΗΜΑΤΟΣ ΕΙΣΟΔΟΥ ΑΕΡΑ ΣΥΜΠΙΕΣΤΗ

Αυτό το σχήμα δείχνει τις διόδους του αέρα στις δύο οριζόντιες δοκούς στήριξης (3 και 9 η ώρα) του περιβλήματος εισαγωγής αέρα. Αυτά τα περάσματα χρησιμοποιούνται ως εξής.

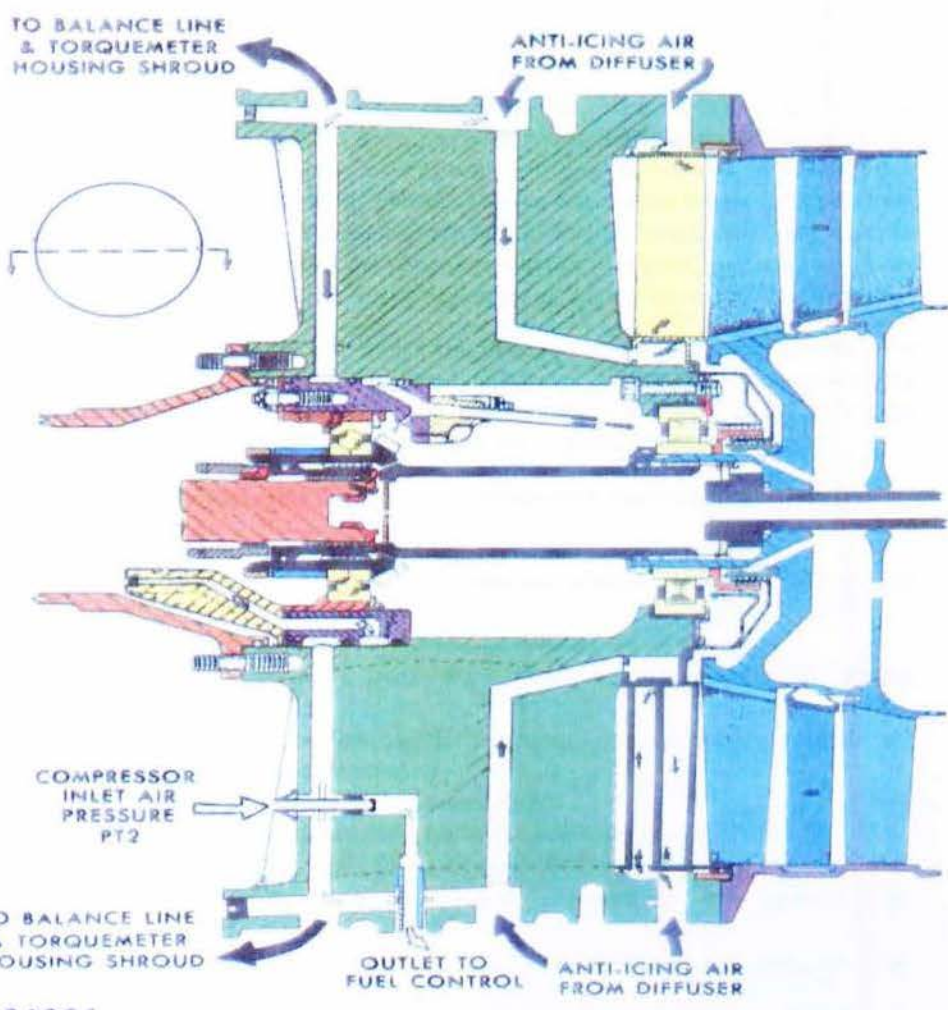
### ΡΟΗ ΑΕΡΑ ΑΠΟΤΡΟΠΗΣ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΥ ΠΑΓΟΥ

Ο αέρας αποτροπής σχηματισμού πάγου παρέχεται και στις δύο, αριστερά και δεξιά, πλευρές του περιβλήματος εισόδου αέρα μέσω των δύο βαλβίδων αέρα αποτροπής σχηματισμού πάγου. Οι βαλβίδες παρέχουν αέρα σε δύο θύρες σε κάθε πλευρά του περιβλήματος. Αυτός ο αέρας ρέει προς:

- Την εξωτερική διάμετρο των οδηγών πτερυγίων εισόδου (IGVs) διαμέσου της οπίσθιας θυρίδας σε κάθε πλευρά του περιβλήματος – ο παρών αέρας ρέει διαμέσου του εμπρόσθιου ήμισυ κάθε IGV και εξέρχεται από μία οπή εξαγωγής στο εσωτερικό άκρο των IGV.
- Την εσωτερική διάμετρο των IGVs μέσα από την οπή στο κέντρο κάθε οριζόντιας ράβδου στήριξης - Αυτός ο αέρας ρέει διαμέσου του οπίσθιου μισού του κάθε IGV και βγαίνει από μια τρύπα εξαγωγής στο εσωτερικό άκρο της κάθε IGV.
- Τον εμπρόσθιο δακτύλιο στέγασης του τριβέα του άξονα επέκτασης του περιβλήματος διαμέσου διόδων στην προπορευόμενη ακμή κάθε οριζόντιας δοκού στήριξης - Η ροή αέρα κρατά αυτές τις δύο δοκούς στήριξης σε κατάσταση μη-παγοποίησης. Ο θερμός αέρας που ρέει γύρω από τον αισθητήρα πίεσης στην είσοδο του αέρα (CIP ή Pt2) στην αριστερή δοκό στήριξης τον διατηρεί επίσης σε κατάσταση μη-παγοποίησης.
- Το υπόλοιπο της γραμμής που συνδέει την αριστερά και δεξιά πλευρά του περιβλήματος - Η γραμμή αυτή βοηθά στην εξισορρόπηση των πιέσεων και επίσης παρέχει μια εναλλακτική διαδρομή για τον αέρα να φθάσει και τις δυο πλευρές του περιβλήματος, εάν μία βαλβίδα αέρα αποτύχει στην κλειστή θέση.
- Το κάλυμμα της στέγασης του μετρητή ροής - Αυτός ο αέρας μπορεί να παρέχεται είτε από την αριστερή ή τη δεξιά πλευρά, ανάλογα με το μοντέλο του κινητήρα και τη διαμόρφωση ατρακτιδίου του αεροσκάφους.



### SCHEMATIC COMPRESSOR AIR INLET HOUSING 501-D13,-D22,-D22A T56-A-7B,-15,-10W



Εικόνα 13 Σχηματική παράσταση περιβλήματος εισόδου αέρα συμπιεστή

## ΣΥΝΑΡΜΟΓΗ ΣΤΕΓΑΣΗΣ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΩΝ ΚΙΝΗΣΗΣ

Η συναρμογή στέγασης παρελκόμενων κίνησης (accessory drive housing assembly) είναι ένα κιβώτιο ταχυτήτων τοποθετημένο στον κινητήρα που παρέχει κίνηση στα παρελκόμενα που απαιτούνται από το κινητήρα. Παρέχει επίσης βάσεις για τα εξαρτήματα του συστήματος λίπανσης του κινητήρα. Το συγκρότημα διαθέτει δύο δομικά μέλη από κράμα αλουμινίου: το περίβλημα και το κάλυμμα.

Η συναρμογή στέγασης παρελκόμενων κίνησης έχει έξι γρανάζια κίνησης και δύο κωνικά γρανάζια. Τέσσερα από τα έξι γρανάζια είναι μηχανουργικά επεξεργασμένα σε άξονες μετάδοσης κίνησης οι οποίοι υποστηρίζονται εμπρόσθια και οπίσθια από ένσφαιρους τριβείς. Το κεντρικό γρανάζι κίνησης είναι σφηνωμένο στην εξωτερική διάμετρο του κύριου άξονα μετάδοσης κίνησης παρελκόμενων ο οποίος υποστηρίζεται από ένα εμπρόσθιο και ένα οπίσθιο ένσφαιρο τριβέα. Το γρανάζι κίνησης της βαλβίδας ευαισθησίας ταχύτητας είναι σφήνα στο εμπρόσθιο μέρος του άξονα μετάδοσης του ρυθμιστή καυσίμου (fuel control) και συγκρατείται από ένα άξονα με σπείρωμα. Ένα γρανάζι γωνιακής μετάδοσης είναι μηχανουργικά καταργασμένο στην οπίσθια εξωτερική διάμετρο του κύριου άξονα μετάδοσης κίνησης παρελκόμενων. Ο δεύτερος κωνικός οδοντωτός τροχός είναι μηχανουργικά καταργασμένος στο κάτω μέρος του κύριου άξονα μετάδοσης κίνησης παρελκόμενων. Αυτός ο άξονας κίνησης υποστηρίζεται από έναν ένσφαιρο τριβέα στην κορυφή του περιβλήματος.

Οι 11 ένσφαιροι τριβείς στη συναρμογή στέγασης των εξαρτημάτων κίνησης είναι τοποθετημένα σε χαλύβδινους κλωβούς τριβέων οι οποίοι είναι καρφωμένοι στις μηχανουργικά καταργασμένες θήκες του περιβλήματος ή του καλύμματος. Οι κλωβοί διαχωρίζουν κάθε εξωτερικό δρομέα του τριβέα από το χυτευμένο κράμα αλουμινίου.

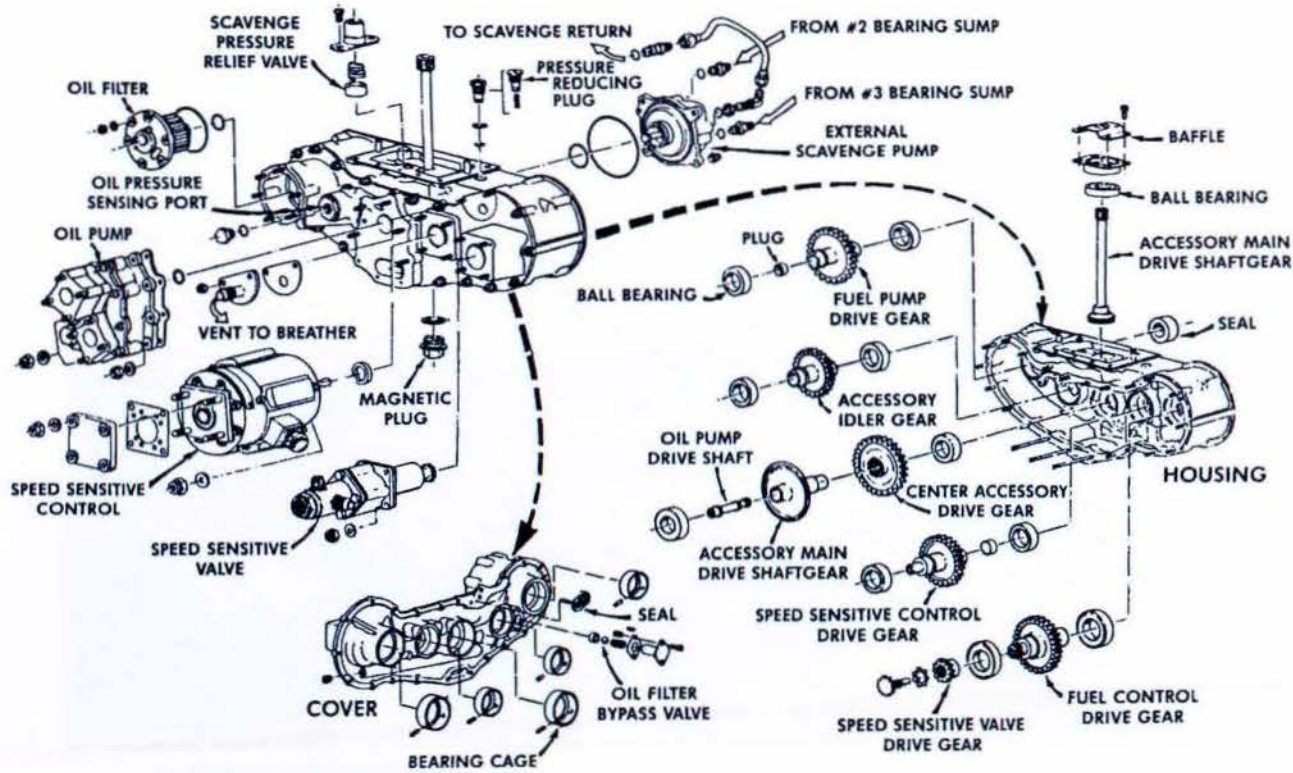
Τα στοιχεία του συστήματος λίπανσης που περιλαμβάνονται στο συγκρότημα είναι τα εξής:

1. Κύρια συναρμογή της αντλίας λαδιού στο εμπρόσθιο κέντρο (oil pump)
2. Εξωτερική αντλία απαγωγής στο κέντρο του οπίσθιου μέρους (external scavenge pump)
3. Φίλτρο λαδιού στο εμπρόσθιο δεξιό μέρος (oil filter)
4. Αισθητήρια θύρα πίεσης λαδιού στα αριστερά του φίλτρου λαδιού (oil pressure sensing port)
5. Γραμμή εξαερισμού συναρμογής εξαέρωσης προσαρμοσμένη αριστερά στο εμπρόσθιο μέρος (vent to breather)
6. Μαγνητική τάπα κέντρο κάτω (magnetic plug)
7. Βαλβίδα ανακούφισης απαγωγής πάνω δεξιά (scavenge pressure relief valve)
8. Τάπα μείωσης πίεσης πάνω αριστερά (pressure reducing plug)
9. Βαλβίδα παράκαμψης φίλτρου λαδιού εγκατεστημένο στο εσωτερικό του καλύμματος (oil filter bypass valve)
10. Πλάκα στεγανοποίησης διόδου λαδιού εγκατεστημένο στο εσωτερικό του καλύμματος (oil passages seal plate)
11. Δύο στεγανοποιητικά χείλη (αντλία καυσίμου και ο ελεγκτής ευαισθησίας ταχύτητας οδηγιά τακάκια) (lip seals)

Άλλα παρελκόμενα κίνησης που εμφανίζονται στη συναρμολόγηση είναι η βαλβίδα ευαισθησίας ταχύτητας (speed sensitive valve) (μπροστά αριστερά) και ο ελεγκτής ευαισθησίας ταχύτητας (speed sensitive control) (δίπλα στη βαλβίδα ευαισθησίας ταχύτητας).

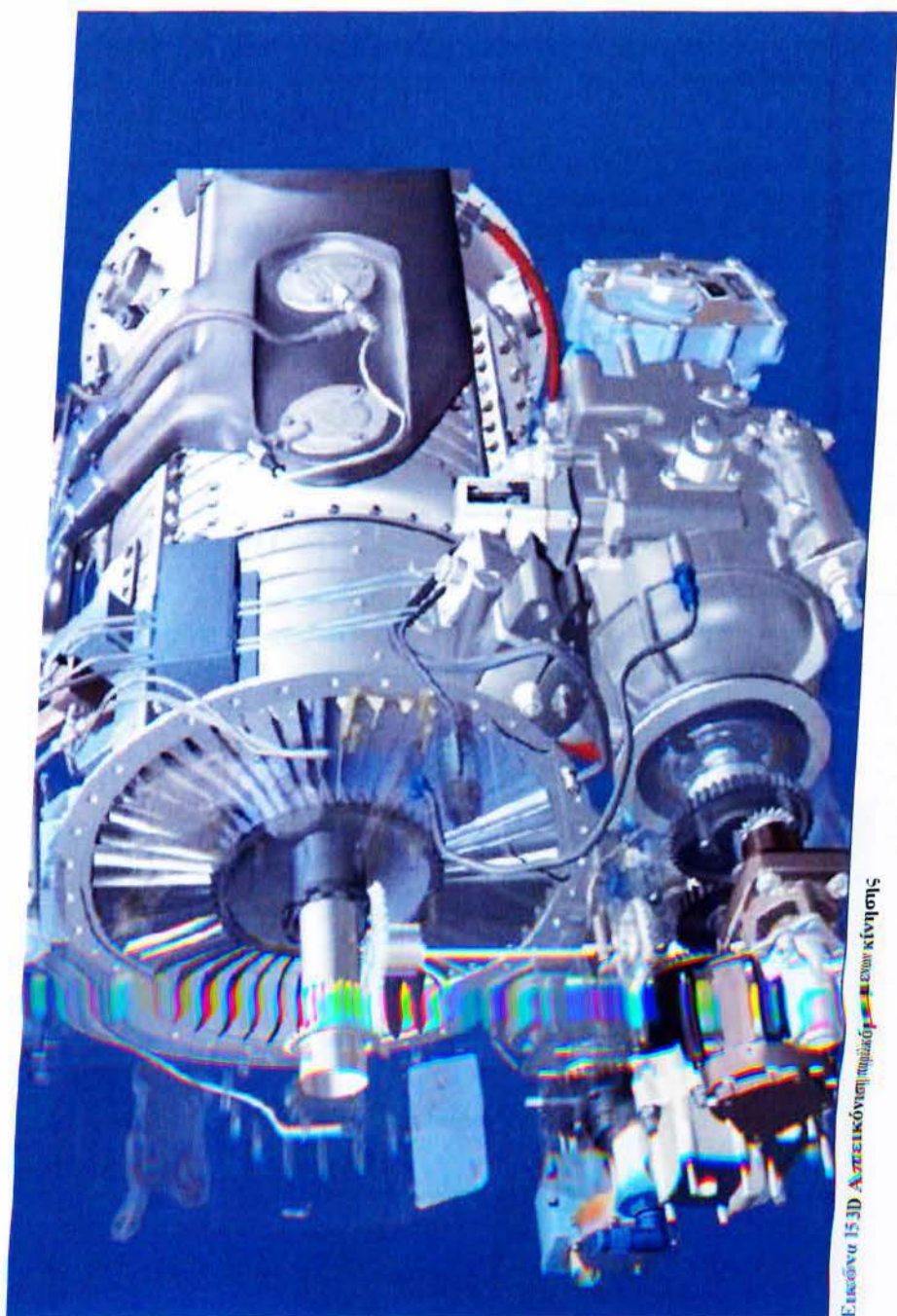
# ACCESSORY DRIVE HOUSING ASSEMBLY

T56/S01 SERIES I, II, III



παρελκόμενα κίνησης που δεν φαίνονται είναι ο ρυθμιστής καυσίμου (πίσω δεξιά) και η αντλία καυσίμου (fuel pump) (πίσω δεξιά).

Εικόνα 14 Στοιχεία του συστήματος λίπανσης στη στέγαση εξαρτημάτων κίνησης



Εικόνα 15.3D Ανεκτικόνη μηχανισμός κίνησης

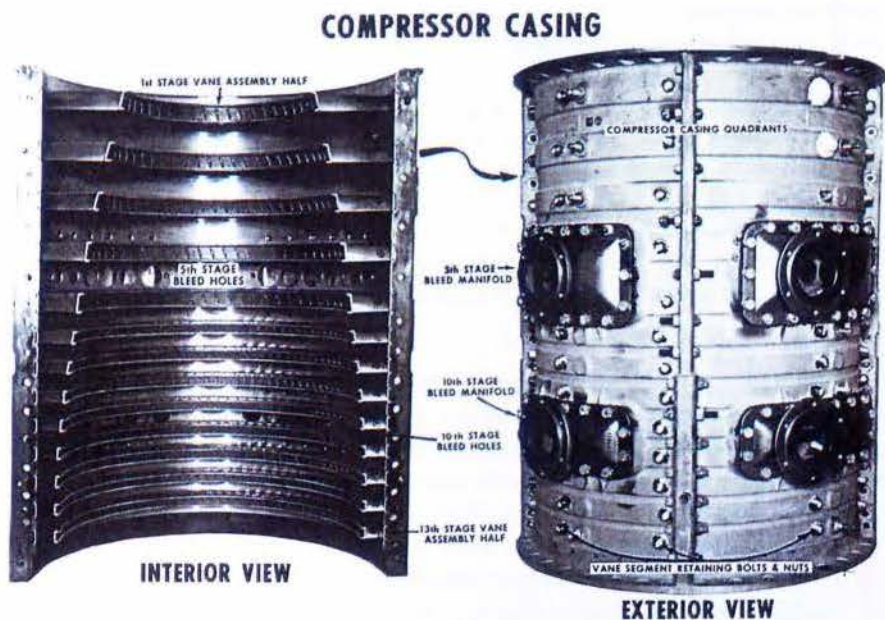
## ΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΗ ΠΕΡΙΒΛΗΜΑΤΟΣ ΣΥΜΠΙΕΣΤΗ

Η συναρμογή του περιβλήματος του συμπιεστή είναι ένα δομικό μέλος του κινητήρα βιδωμένο ανάμεσα στο περίβλημα εισόδου αέρα και τον διαχύτη. Αποτελείται από τέσσερα τέταρτα από χυτοχάλυβα, με τις γραμμές διαχωρισμού να βρίσκονται 45 μοίρες από την κατακόρυφο. Τα τμήματα ενός τετάρτου είναι πιο σταθερά διαστατικά από τα ήμισυ τμήματα. Το περίβλημα διαχειρίζεται σε μισά για τη συναρμολόγηση και την αποσυναρμολόγηση του κινητήρα.

Κάθε τέταρτο περιέχει μία σειρά οπών στη 5<sup>η</sup> και στη 10<sup>η</sup> βαθμίδα. Οι πολλαπλές (manifolds), βιδωμένες στο εξωτερικό του περιβλήματος, συλλέγουν αέρα εκροής από αυτές τις οπές. Κάθε πολλαπλή προβλέπει τη τοποθέτηση μιας βαλβίδας αέρα εκροής συμπιεστή, με αποτέλεσμα ένα σύνολο οκτώ βαλβίδων εξαέρωσης. Το εξωτερικό του περιβλήματος είναι επικαλυμμένο με ανθεκτικό στη διάβρωση, χρώμα. Άζονες υποδοχής παξιμαδιών στο εξωτερικό του περιβλήματος προβλέπουν την τοποθέτηση των διαφόρων κινητήριων παρελκόμενων, ηλεκτρικών καλωδίων και σωληνώσεων.

Στην εσωτερική διάμετρο του περιβλήματος, μηχανικά καταγερασμένα κανάλια προβλέπουν την εγκατάσταση της συναρμολόγησης των πτερυγίων των βαθμίδων του συμπιεστή 1 έως 13. Οι περιοχές μεταξύ αυτών των καναλιών καλύπτουν τα πτερύγια του στροφείου του συμπιεστή. Για να επιτευχθεί η μέγιστη αποτελεσματικότητα του συμπιεστή, ελάχιστη απόσταση πτερυγίων του ρότορα και περιβλήματος είναι επιθυμητή.

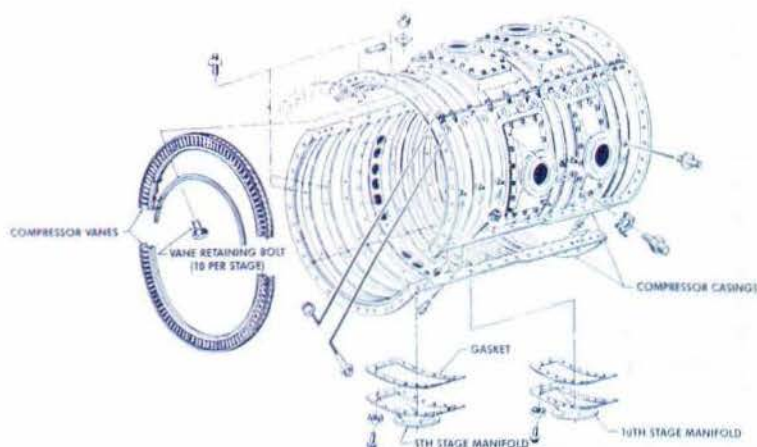
Η συναρμογή των πτερυγίων των βαθμίδων του συμπιεστή μετατρέπουν την ταχύτητα του αέρα από το πτερύγιο του στροφείου σε στατική πίεση, επιβραδύνοντας τον αέρα. Ο χώρος μεταξύ των πτερυγίων είναι αποκλίνουσα διόδος. Τα πτερύγια των βαθμίδων του συμπιεστή κατασκευάζονται σε μισά.



Εικόνα 16 Εσωτερική και εξωτερική απεικόνιση περιβλήματος συμπιεστή

## COMPRESSOR CASING ASSEMBLY

T56/501 SERIES I, II, III



T56-39

Εικόνα 17 Λεπτομερής απεικόνιση περιβλήματος συμπιεστή

### ΣΥΝΑΡΜΟΓΗ ΔΙΑΧΥΤΗ ΣΥΜΠΙΕΣΤΗ

Η 14<sup>η</sup> βαθμίδα του συμπιεστή και η συναρμογή πτερυγίων εξόδου (14<sup>th</sup> stage compressor and outlet vane assembly) λαμβάνει αέρα από το ρότορα του συμπιεστή και τον κατευθύνει στη σωστή γωνία εντός του διαχύτη. Ο διαχύτης είναι ένα συγκρότημα κατασκευασμένο από ανοξείδωτο χάλυβα που σχεδιάστηκε για να προσφέρει μια ελάχιστη ποσότητα περιορισμού στη ροή του συμπιεσμένου αέρα μέσα στο τμήμα καύσεως. Καθώς ο αέρας ρέει προς τα πίσω μέσω του διαχύτη ο αποκλίνων αγωγός προκαλεί την στατική πίεση του αέρα να αυξηθεί καθώς η ταχύτητα του αέρα μειώνεται. Αυτό προκαλεί την κατάθλιψη του διαχύτη έτσι ώστε να έχει την υψηλότερη στατική πίεση (Ps) και την χαμηλότερη ταχύτητα (Pi) στη διαδρομή ροής του κινητήρα. Αυτές είναι οι αναγκαίες προϋποθέσεις στην είσοδο στο τμήμα καύσεως.

Ο διαχύτης είναι μια σημαντική δομική μονάδα του τμήματος ισχύος. Το εμπρόσθιο αναχέλωμα του εξωτερικού κελύφους του διαχύτη συνδέεται με το περίβλημα του συμπιεστή, και το οπίσθιο αναχέλωμα συνδέεται με το εξωτερικό περίβλημα της περιοχής καύσης.

Το εξωτερικό τοίχωμα του διαχύτη συνδέεται με τον εσωτερικό κώνο του διαχύτη από έξι κοίλες ακτινικές αντηρίδες. Μία οπή στο οπίσθιο μέρος της κάθε αντηρίδας επιτρέπει ορισμένο από τον αέρα που ρέει διαμέσου του διαχύτη να εξαχθεί προς τροφοδοσία των τεσσάρων θυρών απαγωγής αέρα στο εξωτερικό κέλυφος του διαχύτη. Ο αέρας κατάθλιψης του συμπιεστή (Compressor Discharge Pressure) μπορεί να χρησιμοποιηθεί για διάφορες ανάγκες του αεροσκάφους. Κοινές χρήσεις είναι: θέρμανση, συμπίεση, εκκίνηση άλλων μηχανών και ενάντια στην παγοποίηση. Τέσσερις άλλες οπές στο εξωτερικό κέλυφος, που βρίσκονται πάνω και κάτω από τις οριζόντιες αντηρίδες, παρέχουν αέρα κατάθλιψης του συμπιεστή στα συστήματα αέρα του κινητήρα: σύστημα αποτροπής σχηματισμού πάγου στην είσοδο του κινητήρα και για να κλείσει τις βαλβίδες εκροής επιτάχυνσης.

Ο οπίσθιος τριβέας του συμπιεστή είναι ένας τριβέας διασπώμενης εσωτερικής διαδρομής. Παρέχει ακτινική στήριξη για το οπίσθιο μέρος του συμπιεστή και απορροφά το φορτίο ώθησης του ρότορα του συμπιεστή και του στροβίλου. Ένας ένσφαιρος τριβέας χρησιμοποιείται για να φιλοξενήσει την ώση καθώς και την ακτινική φόρτιση. Ο σχεδιασμός διασπώμενης εσωτερικής διαδρομής χρησιμοποιείται για να παρέχει περισσότερη φέρουσα επιφάνεια, για να χειριστεί μεγαλύτερη ώση από ότι θα ήταν δυνατό με έναν τριβέα μονοκόμματης εσωτερικής διαδρομής του ίδιου μεγέθους. Έτσι, ο ρότορας του συμπιεστή και ο ρότορας του στροβίλου, με τη βοήθεια του tie bolt<sup>1</sup> του στροβίλου, τοποθετούνται στη σωστή τους αξονική (εμπρόσθια και οπίσθια) θέση από το οπίσθιο τριβέα του συμπιεστή.

Οι οπίσθιοι στάτορες στεγανοποίησης του συμπιεστή διατηρούν τον οπίσθιο τριβέα συμπιεστή σε ένα κλωβό τριβέα (compressor rear bearing cage) εντός του διαχύτη. Ο εξωτερικός δακτύλιος του οπίσθιου τριβέα του συμπιεστή εμποδίζεται από το να περιστραφεί από ένα κλειδί ασφάλισης μεταξύ της εξωτερικής διαδρομής και του οπίσθιου στάτορα στεγανοποίησης.

Το οπίσθιο αναχειλίωμα στεγανοποίησης του συμπιεστή, οι πίσω ρότορες στεγανοποίησης του τριβέα του συμπιεστή και τα δύο μισά της εσωτερικής διαδρομής του πίσω τριβέα συγκρατούνται στο κέντρο του άξονα της 14<sup>th</sup> βαθμίδας του τροχού του συμπιεστή από ένα παξιμάδι κλειδί (spanner nut). Το παξιμάδι κλειδί είναι συγκρατημένο με ασφάλεια από τη σύζευξη του συμπιεστή (compressor coupling), η οποία σφηνώνει στο κέντρο του άξονα του τροχού της 14<sup>th</sup> βαθμίδας. Ένας δακτύλιος συγκράτησης της σύζευξης (coupling retaining ring) διατηρεί τη σύζευξη του συμπιεστή στην κατάλληλη θέση. Ένας εσωτερικός δακτύλιος συγκράτησης προσαρμόζεται σε μία αυλάκωση στη σύζευξη του συμπιεστή. Αυτός ο δακτύλιος χρησιμεύει ως ένα φράγμα λαδιού για να συγκρατήσει το λάδι και το αναγκάζει να ρέει μέσα από τις σφήνες της σύζευξης του συμπιεστή. Η σύζευξη του συμπιεστή έχει ένα αυλάκι για τον εσωτερικό δακτύλιο συγκράτησης (internal retaining ring) που κρατά τη συναρμογή της σύζευξης της ατράκτου του στροβίλου στη σύζευξη του συμπιεστή.

Επειδή υπάρχει μια σχετικά μεγάλη διαφορά μεταξύ πίεσης κατάθλιψης του συμπιεστή και πίεσης κάρτερ του οπίσθιου τριβέα του συμπιεστή, χρησιμοποιείται ένας διπλός λαβύρινθος στεγανοποίησης. Η διπλής όψης διάταξη είναι δύο λαβύρινοι στεγανοποίησης σε σειρά με περιορισμένη διέξοδο μεταξύ των στεγανοποιήσεων. Ο εμπρόσθιος λαβύρινθος (εξωτερικός) αποτελεί μια αέρα-αέρα στεγανοποίηση (labyrinth air seal assembly) που μειώνει τον όγκο της ροής του αέρα μέσα από αυτό. Οι περιορισμοί επιτρέπουν σε μερικό από αυτό τον αέρα να εξαερωθεί εκτός του αεροσκάφους μέσω των οριζόντιων (3:00 & 9:00) αντηρίδων του διαχύτη, μειώνοντας περαιτέρω την πίεση στον οπίσθιο λαβύρινο (εσωτερικό) του αέρα στην στεγανοποίηση λαδιού (labyrinth oil seal assembly). Αυτή η μειωμένη διαφορά πίεσης σε όλη τη στεγανοποίηση λαδιού (πίσω) προκαλεί μια μικρή ποσότητα αέρα να περάσει προς τα πίσω διαμέσου της στεγανοποίησης. Αυτή η ροή είναι επαρκής για να προλαμβάνει το λάδι να ρέει εμπρός κατά μήκος της στεγανοποίησης, ελαχιστοποιεί ακόμα τη ροή του αέρα στο κάρτερ λαδιού. Ένας περιστρεφόμενος εκσφενδονιστής εκτρέπει τη ροή του αέρα μακριά από το τριβέα και τη ροή του λαδιού μακριά από το λαβύρινο στεγανοποίησης.

<sup>1</sup> Άξονας, εσωτερικά του στροβίλου, μέσα από τον οποίο διέρχεται το λάδι από τον οπίσθιο τριβέα του στροβίλου (No4 του κινητήρα) και στη συνέχεια μέσα από τον άξονα του συμπιεστή καταλήγει στο μειωτήρα στροφών των παρελκόμενων. Επίσης χρησιμοποιείται για την ρύθμιση της απόστασης των κινητών πτερυγών από τα σταθερά του στροβίλου.

Ένας δακτύλιος στεγανοποίησης (seal ring) χρησιμοποιείται για στεγανοποίηση μεταξύ της εμπρόσθιας στεγανοποίησης αέρα του οπίσθιου τριβέα του στάτορα του συμπιεστή και του διαχύτη. Ένας δακτύλιος «Ο» χρησιμοποιείται για στεγανοποίηση μεταξύ της οπίσθιας στεγανοποίησης αέρα του οπίσθιου τριβέα του στάτορα του συμπιεστή και του διαχύτη.

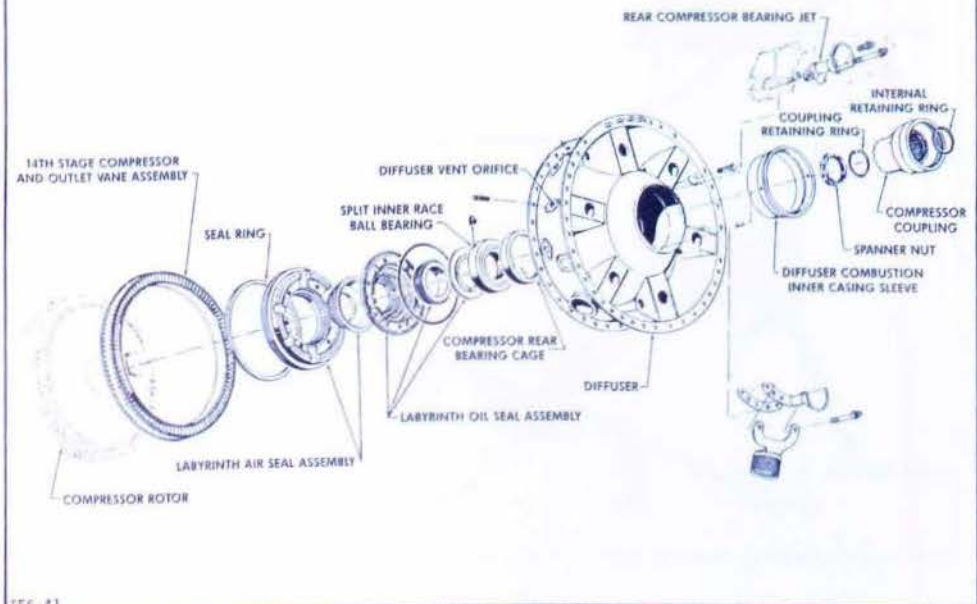
Οι διαφορές διαστολής και συστολής απαιτούν ένα μηχανισμό ολίσθησης μεταξύ του διαχύτη και του εσωτερικού περιβλήματος καύσεως. Το χιτώνιο του περιβλήματος της εσωτερικής καύσης του διαχύτη, καρφωμένο στο διαχύτη, παρέχει τον απαιτούμενο μηχανισμό ολίσθησης και εμπρόσθια υποστήριξη στο εσωτερικό περίβλημα καύσης.

Δύο προσαρμογείς σωλήνων μεταφοράς λαδιού είναι εγκατεστημένοι εντός του διαχύτη στο πίσω μέρος. Ένας βρίσκεται στην θέση της κορυφής (12 η ώρα) και ο άλλος είναι στο πυθμένα (6 η ώρα). Ο προσαρμογέας στην κορυφή ενσωματώνει το ψεκαστήρα λαδιού του οπίσθιου τριβέα του συμπιεστή (rear compressor bearing jet) για τη λίπανσή του (No. 2 τριβέα). Μεταφέρει επίσης λάδι σε ένα εσωτερικό σωλήνα (δεν φαίνεται) στο εσωτερικό περίβλημα καύσεως παρέχοντας λάδι στον εμπρόσθιο τριβέα του στροβίλου. Ο προσαρμογέας στο πυθμένα παρέχει μία σύνδεση μεταφοράς για το σωλήνα λαδιού επιστροφής (δεν φαίνεται) στο εσωτερικό περίβλημα καύσεως.

Και οι δύο σωλήνες-προσαρμογείς λαδιού ανοίγονται πολύ εύκολα στη συναρμολόγηση του θερμού τμήματος με το ψυχρό τμήμα καθώς οι σωλήνες ελαίου εμπλέκονται με τους προσαρμογείς. Ο προσαρμογέας του πυθμένα έχει μια σαρμάτινη προστασία τοποθετημένη με αυτό. Αυτή η προστασία αποτρέπει τα υπολείμματα από το λάδι οπτανθρακοποίησης να φράξουν την έξοδο λαδιού στο κάρτερ λαδιού του διαχύτη.

## COMPRESSOR DIFFUSER ASSEMBLY

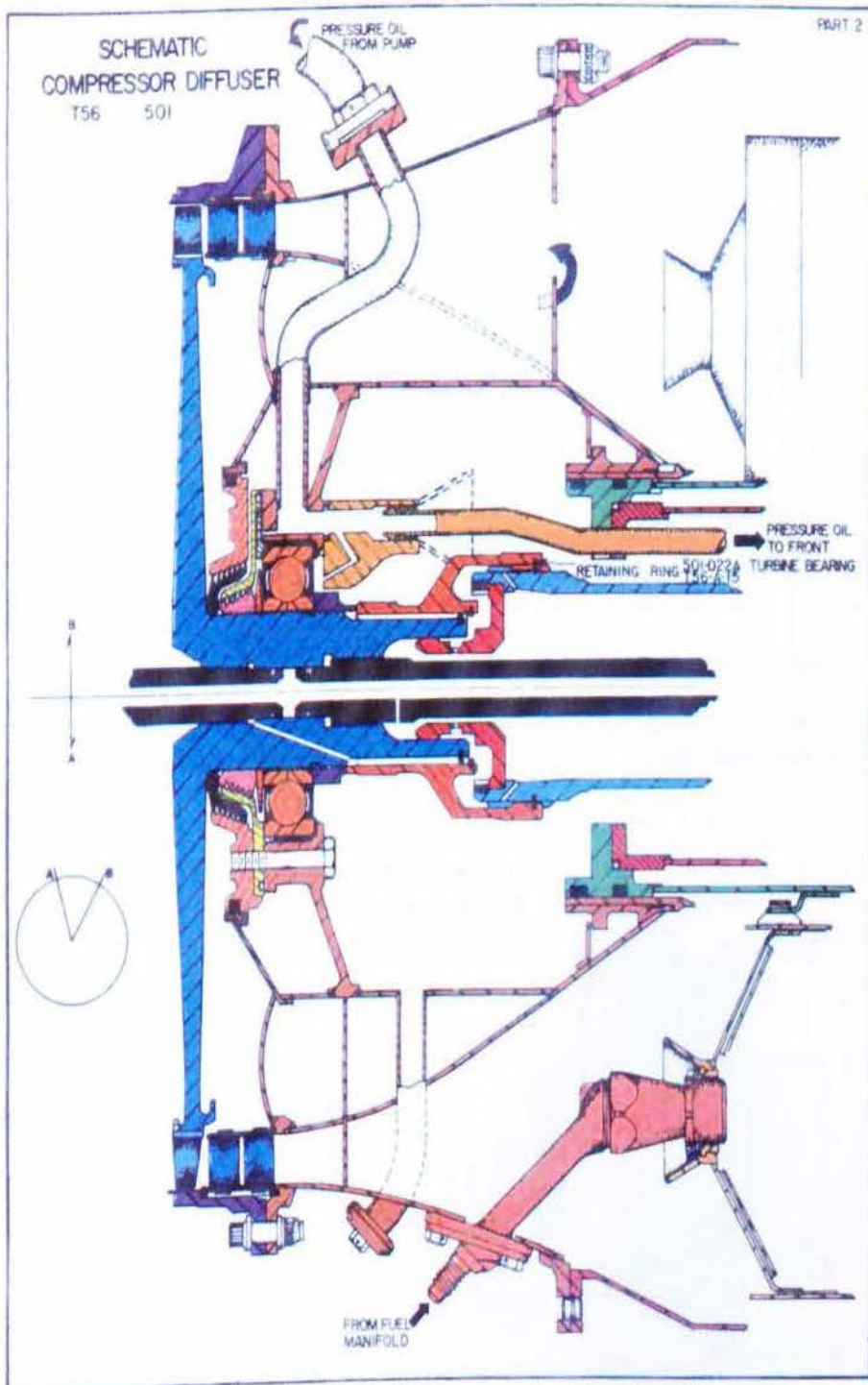
T56/S01 SERIES I, II, III



T56 41

Εικόνα 18 Λεπτομερής απεικόνιση διαχύτη συμπιεστή





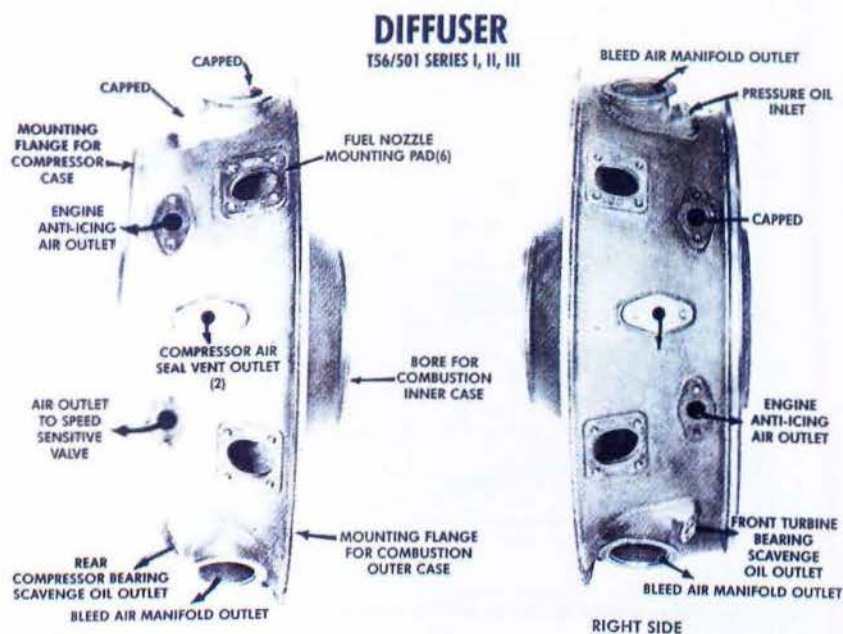
Εικόνα 19 Σχηματική παράσταση διαχύτη συμπιεστή

## ΘΕΣΕΙΣ ΕΞΩΤΕΡΙΚΩΝ ΕΠΙΘΕΜΑΤΩΝ ΔΙΑΧΥΤΗ

Ο διαχύτης έχει ένα σύνολο είκοσι επιθεμάτων που βρίσκονται στο εξωτερικό κέλυφος. Αυτά τα επιθέματα χρησιμοποιούνται για την τοποθέτηση εξαρτημάτων και δημιουργούν συνδέσεις αέρα ή λαδιού στο διαχύτη.

Αρχίζοντας από την κορυφή και παρατηρώντας από πίσω, αυτά τα επιθέματα είναι:

1. Έξι τετράγωνα επιθέματα για την τοποθέτηση έξι εγχυτήρων καυσίμων (fuel nozzle mounting pads).
2. Τέσσερις κυκλικές θύρες εξαέρωσης για τα πνευματικά συστήματα του αεροσκάφους
3. Εισαγωγή πίεσης λαδιού πάνω δεξιά (pressure oil inlet).
4. Μία καλυμμένη θύρα πάνω από την οριζόντια δεξιά ράβδο στήριξης (capped).
5. Δύο οπές στεγανοποίησης εξαερισμού συμπιεστή κατά την αριστερή και δεξιά ράβδο στήριξης (σύνδεση με γραμμές εξαερισμού εκτός του αεροσκάφους) (compressor air seal vent outlet).
6. Δύο θύρες παροχής αέρα ενάντια στην παγοποίηση στον κινητήρα: μία δεξιά, μία αριστερά (engine anti-icing air outlet).
7. Επιστροφή λαδιού του εμπρόσθιου τριβέα του στροβίλου κάτω δεξιά (δρομολογείται προς εξωτερική αντλία επιστροφής) (front turbine bearing scavenge oil outlet).
8. Επιστροφή λαδιού του οπίσθιου τριβέα του συμπιεστή από κάτω αριστερά (δρομολογείται προς εξωτερική αντλία επιστροφής) (rear compressor bearing scavenge oil outlet).
9. Μία θύρα τροφοδοσίας αέρα για τη βαλβίδα ευαισθησίας ταχύτητας κάτω από την αριστερή ράβδο στήριξης (air outlet to speed sensitive valve).
10. Μια καλυμμένη σύνδεση επάνω αριστερά που παρέχει πρόσβαση για μέτρηση στην εσωτερική "πίεση φάρου" για αντιμετώπιση προβλημάτων του συστήματος λαδιού.



Εικόνα 20 Απεικόνιση θέσεων εξωτερικών επιθεμάτων διαχύτη

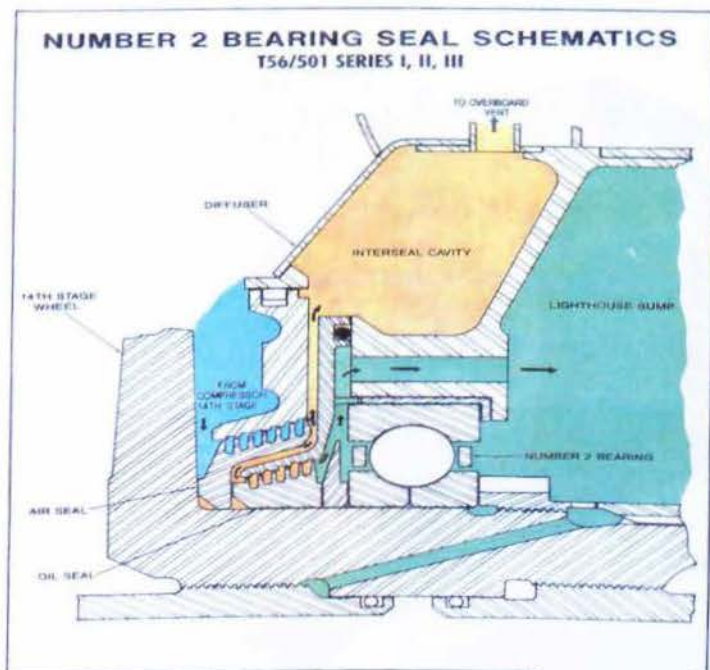
## ΣΧΗΜΑΤΙΚΗ ΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΣΤΕΓΑΝΟΠΟΙΗΣΗΣ ΛΑΔΙΟΥ ΟΠΙΣΘΙΟΥ ΤΡΙΒΕΑ ΣΥΜΠΙΕΣΤΗ (NO. 2)

Η στεγανοποίηση του λαδιού του οπίσθιου τριβέα του συμπιεστή (No. 2) είναι ένας λαβύρινθος τύπου δύο σταδίων ο οποίος χρησιμοποιεί αέρα κατάθλιψης (CDP) για την λειτουργία του. Ο CDP αέρας παρέχεται από το τροχό της 14<sup>ης</sup> βαθμίδας του συμπιεστή και ρέει στην είσοδο της 1<sup>ης</sup> βαθμίδας (τομέας στεγανοποίησης αέρα). Το στάδιο στεγανοποίησης αέρα έχει ένα ρότορα και ένα στάτορα. Ο αέρας ρέει προς τα πίσω μέσα από το στάδιο στεγανοποίησης αέρα, πράγμα που μειώνει την πίεση του αέρα. Μέρος του αέρα που έχει περάσει μέσω του σταδίου σφραγίσεως αέρα εξαερίζεται από το κινητήρα μέσω δύο οριζόντιων (3 και 9 η ώρα) δοκών στήριξης του διαχύτη. Αυτή η στεγανοποίηση εξαερισμού εμποδίζει την υπερβολική αύξηση της πίεσης στο δεύτερο στάδιο (στάδιο στεγανοποίησης λαδιού).

Το δεύτερο στάδιο (στάδιο στεγανοποίησης λαδιού) έχει ένα ρότορα και ένα στάτορα. Ο αέρας ρέει προς τα πίσω μέσα από αυτό το στάδιο, πράγμα το οποίο εμποδίζει το λάδι από το να διαρρεύσει προς τα εμπρός από την κοιλότητα του τριβέα. Αυτός ο αέρας ρέει εντός του κάρτερ λαδιού του οπίσθιου τριβέα του συμπιεστή (No. 2) στο διαχύτη.

Ένας εκσφενδονιστής λαδιού είναι εγκατεστημένος στον άξονα του τροχού της 14<sup>ης</sup> βαθμίδας του συμπιεστή ακριβώς πίσω από το ρότορα στεγανοποίησης λαδιού. Αυτός ο εκσφενδονιστής λαδιού έχει δύο λειτουργίες:

- Αποτρέπει το ζεστό αέρα που εξέρχεται από το στάδιο στεγανοποίησης λαδιού να φυσάει κατευθείαν στο τριβέα.
- Εμποδίζει το λάδι από το να ψεκάζεται απευθείας στη στεγανοποίηση λαδιού και εκσφενδονίζει το λάδι ακτινικά προς τα έξω μέσα στο κάρτερ λαδιού.



Εικόνα 21 Σχηματική παράσταση στεγανοποίησης λαδιού του οπίσθιου τριβέα του συμπιεστή

## ΤΜΗΜΑ ΚΑΥΣΗΣ (ΕΜΠΡΟΣΘΙΑ ΟΨΗ, ΚΟΙΤΑΖΟΝΤΑΣ ΠΡΟΣ ΤΑ ΠΙΣΩ)

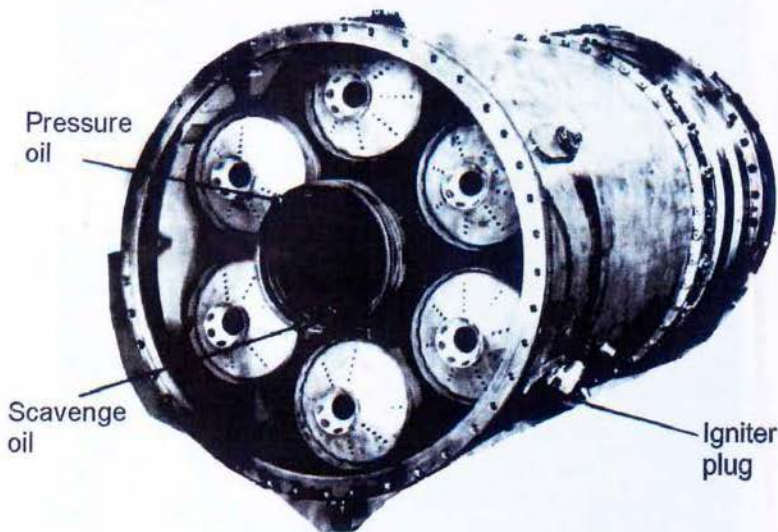
Το τμήμα καύσεως του κινητήρα T56 είναι ένα δοχείο-δακτυλοειδούς τύπου, με έξι θαλάμους καύσης (ή χιτώνια) σε ίση απόσταση μεταξύ τους εντός του δακτυλοειδούς θαλάμου στο εσωτερικό του κινητήρα.

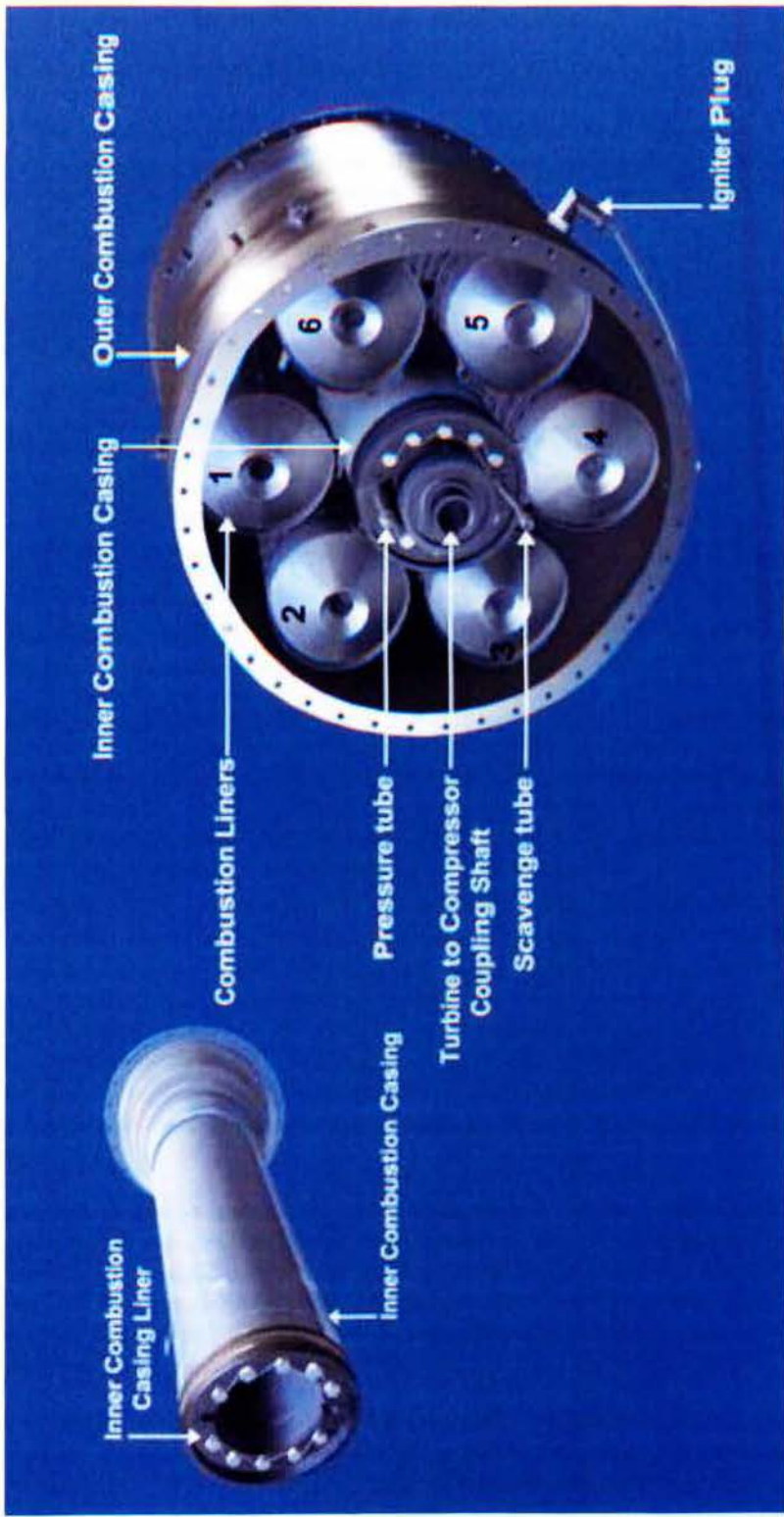
Το τμήμα καύσης διαθέτει ένα μονοκόμματο εξωτερικό περίβλημα. Το εμπρόσθιο αναείλωμα αυτού του περιβλήματος στερεώνεται στο διαχύτη και το οπίσθιο αναείλωμα στερεώνεται στο περίβλημα εισόδου του στροβίλου. Δύο αναφλεκτήρες είναι εγκατεστημένοι μέσω του εξωτερικού περιβλήματος στο κάτω αριστερά (θάλαμο καύσης No. 5) και πάνω δεξιά (θάλαμο καύσης No. 2). Σωλήνες διασταύρωσης συνδέουν τους έξι θαλάμους καύσης για να επιτρέπουν τη διάδοση της φλόγας κατά τη διάρκεια λειτουργίας του κινητήρα.

Το τμήμα καύσεως έχει ένα εσωτερικό περίβλημα που αποτελείται από δύο τεμάχια. Το εξωτερικό κομμάτι είναι το εσωτερικό περίβλημα καύσεως, ενώ το εσωτερικό κομμάτι είναι η εσωτερική επένδυση του περιβλήματος καύσης. (Αυτά τα δύο τμήματα συχνά αποκαλούνται "ο εξωτερικός φάρος" και "ο εσωτερικός φάρος" λόγω του σχήματός τους). Δύο σωλήνες λαδιού βρίσκονται μέσα στον εσωτερική επένδυση του περιβλήματος καύσης: ένας σωλήνα πίεσης λαδιού που παρέχει λάδι στον εμπρόσθιο τριβέα του στροβίλου και ένας σωλήνας απαγωγής του λαδιού για να απομακρύνει το λάδι από το εμπρόσθιο κάρτερ του τριβέα του στροβίλου.

Οι έξι θαλάμοι καύσης είναι *απαράλλαχτοι*. Παρέχουν την μίξη του καυσίμου και του αέρα, την καύση του μίγματος αέρα/ καυσίμου, ελέγχουν το σχήμα της φλόγας, το μήκος, τη θέση και οδηγούν τα καυτά αέρια μέσα στο στρόβιλο.

COMBUSTION SECTION (FRONT VIEW, LOOKING AFT)





Εικόνα 2.3 3D Εμπρόσθια όψη τμήματος καύσης

## ΣΥΝΑΡΜΟΓΗ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΚΑΥΣΗΣ

Η συναρμογή του τμήματος καύσης αποτελείται από αυτά τα τμήματα:

- Ένα μονοκόμματο εξωτερικό περίβλημα καύσης (outer combustion case)
- Ένα εσωτερικό περίβλημα καύσης αποτελούμενο από δύο τεμάχια («εξωτερικός φάρος» και «εσωτερικός φάρος») (inner combustion casing, inner combustion casing liner)
- Έξι όμοιοι θάλαμοι καύσης (combustion liners)
- Έξι σωλήνες διασταύρωσης καύσης (ορισμένες διαμορφώσεις στερεώνεται σταθερά με αποστάτες και σφικτήρες) (crossover tube)
- Ο άξονας σύζευξης του στροβίλου (turbine coupling shaft)
- Έξι υποστηρίγματα θαλάμων καύσης (liner support)
- Τέσσερις φορείς υποστήριξης θαλάμων καύσης (liner support body)
- Δύο αναφλεκτήρες (spark igniter)
- Ένας σωλήνας πίεσης λαδιού (pressure oil tube)
- Ένας σωλήνας απαγωγής λαδιού (scavenge oil tube)
- Δύο βαλβίδες αποστράγγισης καυστήρα (burner drain valve)

Το τμήμα καύσεως είναι ένα δοχείο-δακτυλιοειδούς τύπου. Το εξωτερικό περίβλημα καύσης και το εσωτερικό περίβλημα καύσης σχηματίζουν ένα δακτύλιο στον οποίο είναι τοποθετημένοι έξι θάλαμοι καύσης.

Το εξωτερικό περίβλημα καύσεως είναι ένα κατασκευασμένο από κράμα τιτανίου, συγκρότημα το οποίο ασφαρίζεται στο διαχύτη του συμπιεστή και στο περίβλημα εισόδου του στροβίλου. Σχηματίζει το εξωτερικό τοίχωμα του τμήματος καύσης, και είναι το δομικό μέλος που υποστηρίζει το συνολικό βάρος του τμήματος του στροβίλου. Το περίβλημα έχει έξι επιθέματα στο εμπρόσθιο τέλος για υποστηρίγματα για τους έξι ισαπέχοντες θαλάμους καύσης. Τα υποστηρίγματα των θαλάμων καύσης εκτείνονται μέσα στους θαλάμους καύσης σε αξονικές θέσεις και υποστηρίζουν τους έξι θαλάμους καύσης. Τα υποστηρίγματα των θαλάμων καύσης δύο και πέντε στεγάζουν τους δύο αναφλεκτήρες. Τα άλλα υποστηρίγματα των θαλάμων καύσης στεγάζουν τους φορείς των τεσσάρων υποστηριγμάτων των θαλάμων καύσης. Παρεμβύσματα χρησιμοποιούνται εκατέρωθεν κάθε υποστηρίγματος για την αποτροπή διαρροής αερίου. Οι δύο βαλβίδες αποστράγγισης καυστήρα βρίσκονται στον πυθμένα του εξωτερικού περιβλήματος καύσεως: Μία στο εμπρόσθιο άκρο και η άλλη στο οπίσθιο άκρο. Αυτές ανοίγουν αυτόματα όταν έχει διακοπή η λειτουργία του κινητήρα για αποστράγγιση των υγρών εκτός του σκάφους που μπορεί να έχουν συγκεντρωθεί στο τμήμα καύσεως.

Το εσωτερικό περίβλημα καύσης είναι κατασκευασμένο από χάλυβα συναρμολόγησης το οποίο είναι ασφαλισμένο στο περίβλημα είσοδο του στροβίλου από μία κοχλιωτή φλάντζα που συμπιέζει ένα μεταλλικό παρέμβυσμα. Το εμπρόσθιο άκρο του εσωτερικού περιβλήματος καύσεως "γλιστράει και εφαρμόζει" εντός ενός χιτωνίου στο εσωτερικό της οπής του διαχύτη. Δύο αυλάκια γύρω από το εμπρόσθιο άκρο του εσωτερικού περιβλήματος καύσης περιέχουν "ελατήρια" για να σφραγίσουν κόντρα στο χιτώνιο στο εσωτερικό της οπής του διαχύτη.

Μέσα στο εσωτερικό περίβλημα καύσεως είναι η εσωτερική επένδυση περιβλήματος καύσης. Αυτό σχηματίζει ένα χώρο με διπλό τοίχωμα με μονωμένο αέρα μεταξύ του περιβλήματος και της επένδυσης. Ο χώρος μονωμένου αέρα, ο οποίος εξεραρώνεται στην ατμόσφαιρα

διαμέσου της οριζόντιας δοκού στήριξης του περιβλήματος εισόδου του στροβίλου, προστατεύει την περιοχή μέσα στην εσωτερική επένδυση του περιβλήματος καύσης από την θερμότητα της καύσης. Το οπίσθιο μέρος της εσωτερικής επένδυσης του περιβλήματος καύσης είναι βιδωμένο με την εμπρόσθια υποστήριξη του στροβίλου, στο περίβλημα εισόδου του στροβίλου. Το εμπρόσθιο άκρο βιδώνεται στο εσωτερικό περίβλημα καύσης.

Μεταλλικά στεγανοποιητικά συμπιέσεις χρησιμοποιούνται και στις δύο συνδέσεις. Μια επέκταση φυσούνας στην εσωτερική επένδυση περιβλήματος καύσης φιλοξενεί την αύξηση της θερμικής διαφοράς μεταξύ αυτού και του εσωτερικού περιβλήματος καύσης.

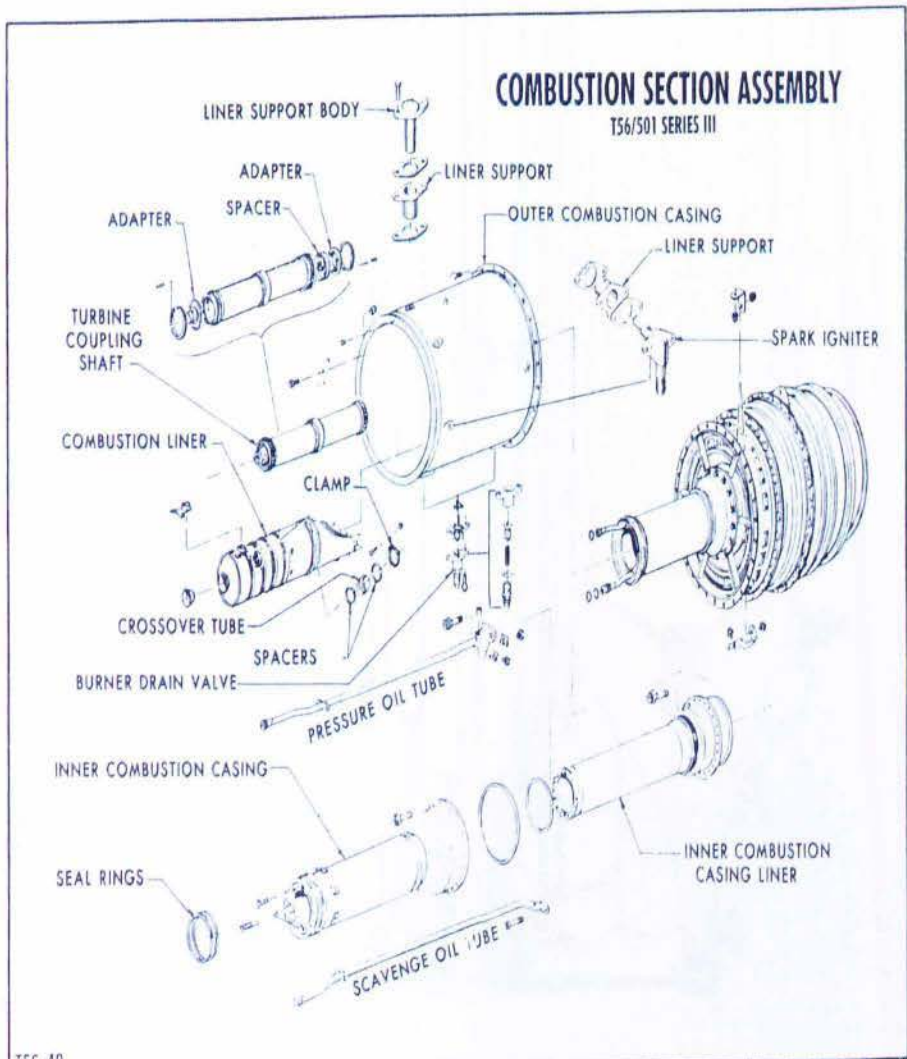
Έξι όμοιοι θάλαμοι καύσης στεγάζονται μεταξύ του εξωτερικού και του εσωτερικού περιβλήματος καύσης. Οι θάλαμοι καύσης υποστηρίζονται και τοποθετούνται: εμπρόσθια ακτινικά, με τα ακροφύσια καυσίμου, ακτινικά στο πίσω μέρος, από τα πτερύγια της πρώτης βαθμίδας του στροβίλου, και αξονικά από τα έξι υποστηρίγματα των θαλάμων καύσης. Οι θάλαμοι καύσης έχουν σχεδιαστεί για να ελέγχουν το μήκος της φλόγας και τη θέση, και να παράσχουν μια ζώνη γρήγορης ανάμειξης καυσίμου-αέρα. Οι θάλαμοι καύσης διασυνδέονται κοντά στο εμπρόσθιο άκρο τους με σωλήνες διασταύρωσης οι οποίες χρησιμοποιούνται για να εξισώσουν τις εσωτερικές πιέσεις και να παράσχουν ένα μονοπάτι για την διάδοση της φλόγας κατά την εκκίνηση. Ορισμένοι κινητήρες είναι εξοπλισμένοι με σφιγκτήρες (clamp) και αποστάτες (spacer) τοποθετημένους στους σωλήνες διασταύρωσης για να μειωθεί η φθορά τριβής των θαλάμων και του υλικού υποστήριξης.

Ο άξονας σύζευξης του στροβίλου περνά μέσα από τη περιοχή του κεντρικού κάρτερ ("φάρος") που δημιουργείται από το εσωτερικό περίβλημα καύσης και την επένδυση. Σκοπός του είναι να μεταδώσει την ενέργεια που εξάγεται από τα αέρια από το στρόβιλο προς τα εμπρός στο συμπιεστή. Ο άξονας εξωτερικά έχει σφηνόδρομους στο εμπρόσθιο και οπίσθιο μέρος. Το οπίσθιο τμήμα του άξονα σφηνώνει εντός της σύζευξης του άξονα του στροβίλου και του προσαρμογέα, και συγκρατείται ομόκεντρα προς το στρόβιλο από ένα προσαρμογέα σύζευξης που εφαρμόζει πάνω στο στέλεχος του άξονα του τροχού της πρώτης βαθμίδας του στροβίλου. Το εμπρόσθιο μέρος του άξονα σύζευξης του στροβίλου σφηνώνει εντός της σύζευξης του άξονα του συμπιεστή, και συγκρατείται ομόκεντρα με το συμπιεστή μέσω ενός προσαρμογέα σύζευξης που εφαρμόζει στο στέλεχος του άξονα του άξονα μέσα στο κοίλο άνοιγμα της 14<sup>ης</sup> βαθμίδας του συμπιεστή. Δεδομένου ότι ο άξονας σύζευξης του στροβίλου περιστρέφεται στις στροφές του τμήματος ισχύος, πρέπει να συγκρατείται ομόκεντρα με την κεντρική γραμμή του ρότορα του στροβίλου και του συμπιεστή για να αποφευχθούν οι κραδασμοί λόγω δυναμικής ανισοροπίας.

Τέσσερις ακτινικές οπές σε κάθε άκρο του άξονα σύζευξης του στροβίλου παρέχουν τη διαδρομή εξαερισμού για τη περιοχή του κεντρικού κάρτερ λαδιού (φάρος). Η περιστροφή του άξονα σύζευξης του στροβίλου χωρίζει φυγοκεντρικά το λάδι από τον αέρα εξαερισμού. Το λάδι συγκρατείται στο κάρτερ, ενώ ο αέρας διέρχεται μέσω του ρότορα του στροβίλου και εξαερίζεται στη περιοχή της εξάτμισης πίσω από το τροχό της 4<sup>ης</sup> βαθμίδας του στροβίλου.

Το tie bolt από το στρόβιλο στο συμπιεστή, το οποίο τοποθετεί το ρότορα του στροβίλου αξονικά εντός του κινητήρα, διέρχεται μέσω του κέντρου του άξονα της σύζευξης του στροβίλου. Το κοίλο tie bolt παρέχει δίοδο επιστροφής λαδιού για το λάδι που απομακρύνεται από το πίσω κάρτερ του τριβέα του στροβίλου.

Δύο σωλήνες λαδιού επίσης διέρχονται διαμέσου του μήκους του εσωτερικού περιβλήματος καύσης και επένδυσης. Ο ένας, ο σωλήνας τροφοδοσίας λαδιού, είναι προσαρτημένος στο εμπρόσθιο στήριγμα τριβέα του στροβίλου στη θέση 12:00 η ώρα. Το εμπρόσθιο άκρο του σωλήνα παροχής αυτού ολισθαίνει σε μια υποδοχή στη συναρμογή του ψεκαστήρα λαδιού στον οπίσθιο τριβέα του συμπιεστή. Το οπίσθιο άκρο αυτού του σωλήνα έχει δύο ψεκαστήρες οι οποίοι οδηγούν το λάδι προς την εμπρόσθια και οπίσθια πλευρά του εμπρόσθιου τριβέα του στροβίλου. Ο άλλος σωλήνας είναι για το λάδι επιστροφής. Ο σωλήνας επιστροφής λαδιού είναι προσαρτημένος στο εμπρόσθιο στήριγμα του τριβέα του στροβίλου στη θέση 6:00 η ώρα. Εκτείνεται προς τα εμπρός για να ολισθήσει μέσα στην υποδοχή του προσαρμογέα επιστροφής λαδιού του στροβίλου στο διαχύτη.

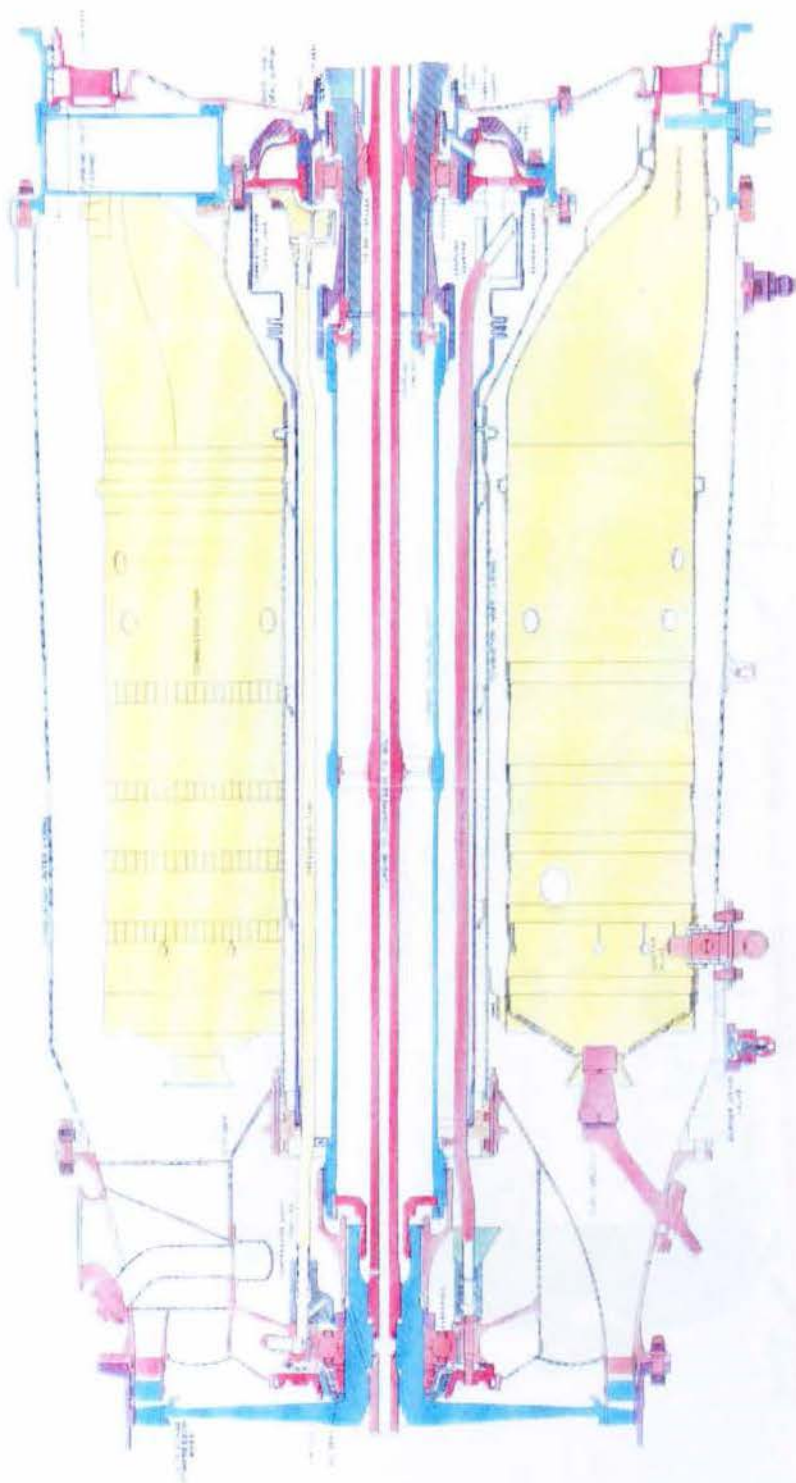


T56-49

Εικόνα 24 Αεριομηής απεικόνιση τμήματος καύσης



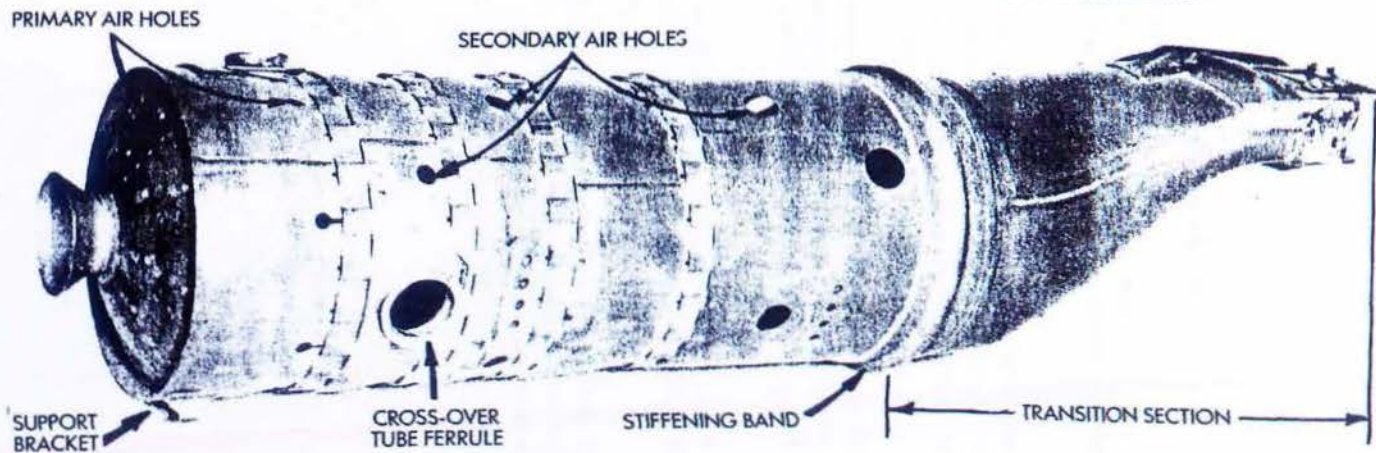
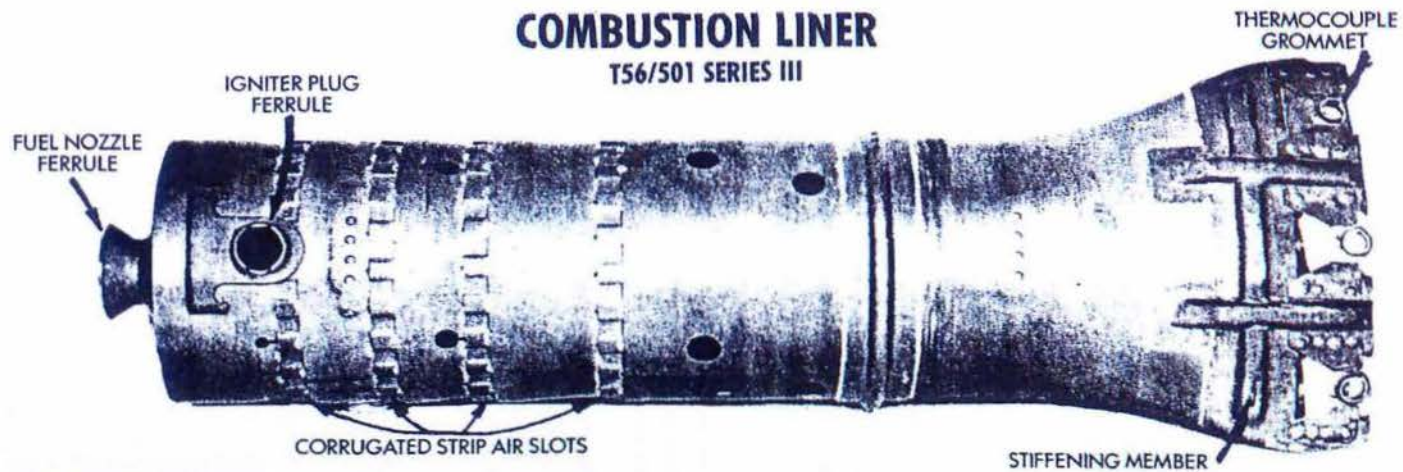
**SCHEMATIC  
COMBUSTION SECTION**  
Fig. 4-4. 501-JAPANESE SERIES 4E ENGINES



Εικόνα 25 Σχηματική παράσταση τμήματος καύσης

# COMBUSTION LINER

TS6/501 SERIES III



Εικόνα 26 Απεικόνιση τμημάτων θαλάμου καύσης

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟ ΤΜΗΜΑ ΤΟΥ ΣΤΡΟΒΙΛΟΥ

Ο στρόβιλος του T56 Series III είναι μια μηχανή τεσσάρων βαθμίδων, αξονικής ροής, σταθερής ταχύτητας στρόβιλος. Ο στρόβιλος παράγει περίπου 12.000 shp ανώτατο όριο για την κίνηση του συμπιεστή, των παρελκόμενων, του μειωτήρα, και της έλικας.

Το τμήμα του στρόβιλου αποτελείται από τέσσερα υποσυγκροτήματα:

- Συναρμογή περιβλήματος εισαγωγής του στρόβιλου (turbine inlet case)
- Συναρμογή ρότορα του στρόβιλου (turbine rotor)
- Συναρμογή περιβλήματος πτερυγίων του στρόβιλου (turbine vane case)
- Συναρμογή υποστήριξης οπίσθιου τριβέα του στρόβιλου (rear turbine bearing support)

Το περίβλημα εισόδου του στρόβιλου στεγάζει τα πτερύγια της πρώτης βαθμίδας του στρόβιλου, στηρίζει το εμπρόσθιο τριβέα του στρόβιλου (No. 3), και παρέχει διόδους για ψύξη και εξαερισμό της ροής του αέρα. Το περίβλημα εισόδου παρέχει επίσης βάσεις για τα 18 θερμοστοιχεία (thermocouples) θερμοκρασίας εισόδου στρόβιλου (TIT).

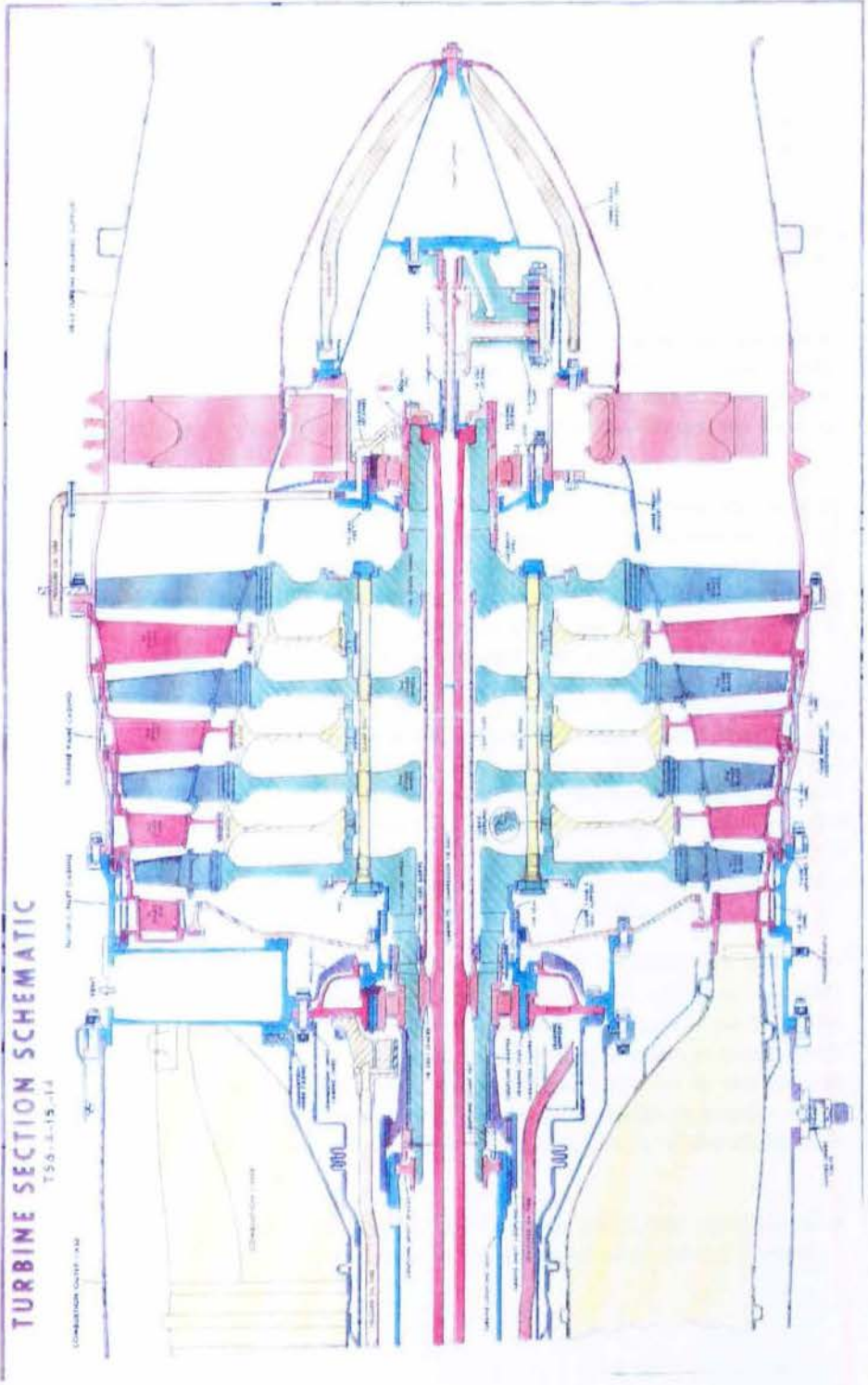
Ο ρότορας του στρόβιλου αποτελείται από τέσσερις τροχούς που φέρουν τα πτερύγια, τα οποία περιστρέφονται από την υψηλή ενεργειακή ροή του αερίου. Τρεις αποστάτες καλύπτουν τα κενά μεταξύ των τροχών. Οι τέσσερις τροχοί συγκρατούνται μαζί με οκτώ μπουλόνια.

Το περίβλημα πτερυγίων της τουρμπίνας συγκρατεί τα πτερύγια της δεύτερης, τρίτης, και τέταρτης βαθμίδας του στάτορα του στρόβιλου. Τα πτερύγια γυρίζουν και επιταχύνουν τη ροή του αερίου, η οποία κατευθύνεται προς τα πτερύγια του ρότορα του στρόβιλου.

Η υποστήριξη του οπίσθιου τριβέα του στρόβιλου κατευθύνει τα αέρια εξαγωγής έξω από τη μηχανή, παράγει θετική ώση jet, στηρίζει τον οπίσθιο τριβέα του στρόβιλου (No. 4), και παρέχει διόδους για τη ροή και συλλογή του λαδιού. Το οπίσθιο άκρο της RTBS αποτελεί το στόμιο εξαγωγής του κινητήρα, που παράγει 797 lb jet ώσης κατά την απογείωση.

# TURBINE SECTION SCHEMATIC

T50-1-15-14



Εικόνα 27 Σχηματική παράσταση τμήματος στροβίλου

## ΣΥΝΑΡΜΟΓΗ ΜΟΝΑΔΑΣ ΣΤΡΟΒΙΛΟΥ

Η συναρμογή μονάδας του στροβίλου δέχεται τα θερμά αέρια από το τμήμα καύσης, και με τη βοήθεια των τεσσάρων βαθμίδων τουρμπίνας, η ενέργεια κατά την εκτόνωση των αερίων μετατρέπεται σε ροπή για την κίνηση του ρότορα του συμπιεστή, των παρελκόμενων, καθώς και της έλικας. Ο ρότορας του στροβίλου υποστηρίζεται ακτινικά από δύο τριβείς: έναν στο εμπρόσθιο μέρος και τον άλλο στο οπίσθιο μέρος. Ο ρότορας του στροβίλου συγκρατείται αξονικά στην κατάλληλη θέση του από το tie bolt.

Η εμπρόσθια μόνωση του τριβέα (insulation), η εμπρόσθια στήριξη του τριβέα (bearing support), και η εσωτερική επένδυση του περιβλήματος καύσης στερεώνονται στο περίβλημα της εισόδου του στροβίλου από ένα σύνολο βιδών και παξιμαδιών καναλιών.

Ο λαβύρινθος στεγανοποίησης λαδιού (labyrinth seal) του ρότορα, η εσωτερική διαδρομή του εμπρόσθιου τριβέα και ο προσαρμογέας σύζευξης του στροβίλου (coupling adapter) συγκρατούνται επί του ρότορα από το παξιμάδι σύσφιξης (clamp nut) της σύζευξης του στροβίλου. Ο προσαρμογέας σύζευξης του στροβίλου σφηνώνει στο στέλεχος του άξονα του τροχού της πρώτης βαθμίδας.

Η στήριξη του οπίσθιου τριβέα του στροβίλου, στερεωμένη στο περίβλημα περυγίων του στροβίλου, στεγάζει έναν κλωβό τριβέα (bearing cage) που χρησιμοποιείται για την υποστήριξη και την τοποθέτηση του οπίσθιου τριβέα του στροβίλου. Το εσωτερικό και εξωτερικό κέλυφος της στήριξης του οπίσθιου τριβέα διασυνδέονται από επτά εφαπτομενικές αντηρίδες. Εκτός από την υποστήριξη του οπίσθιου τριβέα του στροβίλου, η υποστήριξη οδηγεί τα καυσαέρια προς τα πίσω σε μια εξαγωγή καυσαερίων του αεροσκάφους.

Ο οπίσθιος λαβύρινθος στεγανοποίησης τριβέα του ρότορα και η εσωτερική διαδρομή του οπίσθιου τριβέα συγκρατούνται επί του οπίσθιου άξονα του ρότορα από το πίσω παξιμάδι σύσφιξης τριβέα. Ο κλωβός του τριβέα δεν στεγάζει μόνο το τριβέα, αλλά παρέχει επίσης διόδους πίεσης και επιστροφής λαδιού. Μια συναρμογή στεγανοποίησης λαδιού (oil seal), που συνδεδεμένο με το εμπρόσθιο κεντρικό αναχειλίωμα της στήριξης του οπίσθιου τριβέα του στροβίλου, παρέχει το σταθερό μέλος για τη στεγανοποίηση λαδιού. Η σωλήνα λαδιού του οπίσθιου τριβέα του στροβίλου συγκρατείται σε ένα βραχίονα προσκολλημένο στο εξωτερικό κέλυφος της υποστήριξης του οπίσθιου τριβέα του στροβίλου.

Η σωλήνα πίεσης λαδιού (oil tube) είναι συνδεδεμένη με τη στεγανοποίηση λαδιού, και ακολουθεί προς τα έσω κατά μήκος τη προπορευόμενη ακμή του κάτω αριστερού ερείσματος. Η σφράγιση έχει μία διάτρητη διόδο λαδιού που επικοινωνεί με μια τρυπημένη οπή στον εσωτερικό δακτύλιο της στήριξης του οπίσθιου τριβέα. Κατόπιν το πιεσμένο λάδι κατευθύνεται μέσω μιας διανοιγμένης οπής στο κλωβό του τριβέα και σε ένα διάτρητο πέρασμα (cap) στο κάλυμμα του τριβέα. Το κάλυμμα του τριβέα παρέχει το ψεκάσμο λαδιού για τη λίπανση του οπίσθιου τριβέα. Ο κλωβός του τριβέα συγκρατεί την εξωτερική διαδρομή και τους κυλίνδρους του τριβέα.

Η κοιλότητα της οπίσθιας αντλίας επιστροφής (scavenge pump) του στροβίλου είναι μονωμένη από τη θερμότητα των καυσαερίων από τον εσωτερικό κώνο μόνωσης εξάτμισης.





Εικόνα 29 3D Απεικόνιση τμημάτων και του στροφοπίου του στροβίλου

## ΣΧΗΜΑΤΙΚΗ ΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΠΕΡΙΒΛΗΜΑΤΟΣ ΕΙΣΑΓΩΓΗΣ ΣΤΡΟΒΙΛΟΥ

Το εξωτερικό και εσωτερικό κέλυφος του περιβλήματος εισόδου του στροβίλου (turbine inlet casing inner and outer shell) αλληλοσυνδέονται ακτινικά με έξι κοίλους ορθοστάτες. Το εξωτερικό κέλυφος στηρίζεται με το εξωτερικό περιβλήμα καύσεως (combustion outer casing mounting flange), καθώς και το εσωτερικό κέλυφος στηρίζεται προς το εσωτερικό περίβλημα καύσεως και στην επένδυση του εσωτερικού περιβλήματος καύσης (combustion inner casing liner and bearing support mounting flange). Τα 18 θερμοστοιχεία τοποθετούνται στο εξωτερικό κέλυφος, με το κύριο μέρος τους να εκτείνεται μέσα στα θερμά αέρια στις εξόδους των έξι θαλάμων καύσης.

Οι δύο οριζόντιοι ορθοστάτες του περιβλήματος εισόδου του στροβίλου έχουν μια οπή στη βάση για την εξαέρωση του χώρου μεταξύ του εσωτερικού περιβλήματος καύσεως και της επένδυσης του εσωτερικού περιβλήματος καύσης. Το εσωτερικό κέλυφος του περιβλήματος εισόδου του στροβίλου έχει 18 διόδους (cooling air holes), οι οποίες επιτρέπουν στον αέρα να ρέει στην εμπρόσθια συναρμογή του λαβύρινθου στεγανοποίησης αέρα και λαδιού του στροβίλου. Ο αέρας που περνά μέσα από τη στεγανοποίηση χρησιμοποιείται για την ψύξη της εμπρόσθιας όψης του τροχού της πρώτης βαθμίδας του στροβίλου.

Η εσωτερική διάμετρος του εξωτερικού κελύφους έχει ένα αναχειλίσμα για την τοποθέτηση της συναρμογής των πτερυγίων της πρώτης βαθμίδας. Το αναχειλίσμα αυτό έχει ανοίγματα για την ροή αέρα ψύξης. Η στήριξη των πτερυγίων της πρώτης βαθμίδας στερεώνεται στην πίσω πλευρά του περιβλήματος εισόδου του στροβίλου. Οπές στα εξωτερικά άκρα αυτής της υποστήριξης κατευθύνουν τον αέρα που χρησιμοποιείται για την ψύξη των πτερυγίων της πρώτης βαθμίδας. Η μόνωση του τριβέα (insulation blanket), που συνδέεται με την οπίσθια πλευρά του αναχειλίσματος που στηρίζει το εμπρόσθιο στήριγμα του τριβέα και την επένδυση του εσωτερικού περιβλήματος καύσης, μονώνει το εμπρόσθιο κάρτερ του στροβίλου και την περιοχή του τριβέα από τις υψηλές θερμοκρασίες.

Η συναρμογή των πτερυγίων της πρώτης βαθμίδας αποτελείται από 30 επιμέρους πτερύγια στηριγμένα στο περίβλημα εισόδου του στροβίλου.

Τα πτερύγια της πρώτης βαθμίδας είναι κοίλα και αερόφυκτα. Ο αέρας, που κατευθύνεται διαμέσου των οπών στην εμπρόσθια πλευρά της βάσης του πτερυγίου μέσα στο κοίλο πτερύγιο, εξέρχεται μέσω σχισμών κοντά στην οπίσθια ακμή του πτερυγίου. Η στήριξη των πτερυγίων της πρώτης βαθμίδας διατηρεί τη συναρμογή των πτερυγίων της πρώτης βαθμίδας στο περίβλημα εισόδου του στροβίλου κατά τη διάρκεια της κατασκευής του κινητήρα, και παρέχει ακαμψία και δομική στήριξη, όταν η μονάδα στροβίλου έχει συναρμολογηθεί. Κάθε επιμέρους πτερύγιο της πρώτης βαθμίδας εμποδίζεται να περιστραφεί από μία στεφάνη (first stage vane air seal ring), που προσαρμόζεται σε μια σχισμή στη στήριξη των πτερυγίων της πρώτης βαθμίδας. Τα διαστήματα μεταξύ των πτερυγίων στη συναρμογή των πτερυγίων είναι συγκλίνοντα.

Έτσι, η συναρμογή των πτερυγίων αυξάνει την ταχύτητα των αερίων που διέρχονται μέσα από αυτά καθώς κατευθύνουν τα αέρια στην κατάλληλη γωνία στα πτερύγια του ρότορα της πρώτης βαθμίδας του στροβίλου. Οι εξωτερικές παρυφές των 18 πτερυγίων συναρμογής της πρώτης βαθμίδας έχουν μια εγκοπή στην μπροστινή πλευρά για τα θερμοστοιχεία που είναι τοποθετημένα στο περίβλημα εισόδου του στροβίλου. Το οπίσθιο άκρο κάθε θαλάμου καύσης προσαρμόζεται πάνω στην εσωτερική και εξωτερική παρυφή των πτερυγίων της



πρώτης βαθμίδας. Κατά αυτόν τον τρόπο, η συναρμογή των πτερυγίων της πρώτης βαθμίδας υποστηρίζει και τοποθετεί τους θαλάμους καύσης. Ο δακτύλιος στεγανοποίησης αέρα του πρώτου σταδίου, τοποθετημένος μεταξύ της εξωτερικής στεφάνης της συναρμογής των πτερυγίων του στροβίλου και του περιβλήματος εισόδου του στροβίλου, βοηθά στον έλεγχο του αέρα ψύξης και διατηρεί το περίβλημα εισόδου του στροβίλου σε χαμηλότερη θερμοκρασία λειτουργίας.

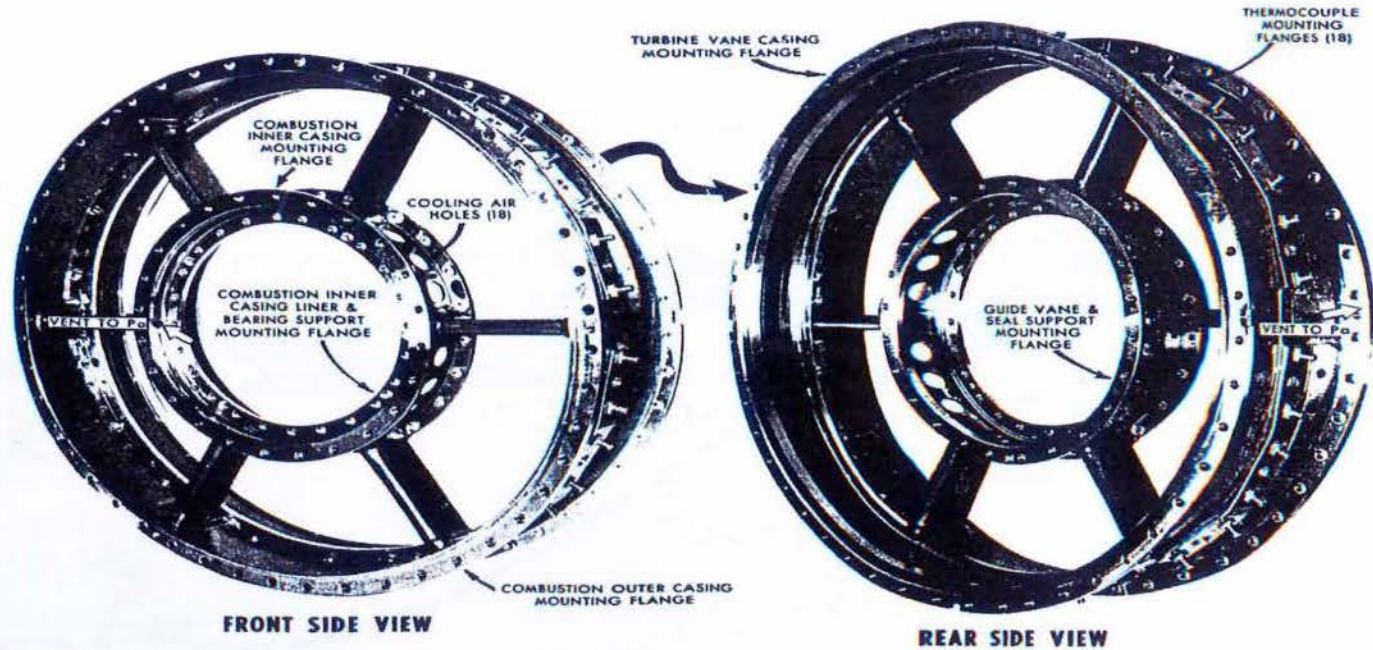
Οι κυλινδρικοί τριβείς, οι οποίοι υποστηρίζουν ακτινικά το ρότορα του στροβίλου, περικλείονται μέσα σε κλωβούς τριβέων (bearing cage) που στεγάζονται στη στήριξη του οπίσθιου τριβέα του στροβίλου και στη στήριξη του εμπρόσθιου τριβέα του στροβίλου. Ο εμπρόσθιος κλωβός του τριβέα συγκρατείται στο εμπρόσθιο στήριγμα του τριβέα από έναν εξωτερικό δακτύλιο συγκράτησης (retaining rings). Ένας αποσβεστήρας κραδασμών (vibration dumper), που βρίσκεται μεταξύ του κλωβού τριβέα και στο εμπρόσθιο στήριγμα τριβέα (bearing support), αποσβένει τη δόνηση του στροβίλου, η οποία τείνει να λάβει χώρα μετά από την εκκίνηση, όταν τα διάφορα τμήματα επεκτείνονται σε διαφορετικούς ρυθμούς. Όταν οι θερμοκρασίες των τμημάτων σταθεροποιούνται, ο αποσβεστήρας κραδασμών απλώς υποστηρίζει και τοποθετεί το κλωβό του τριβέα στη στήριξή του.

Η εξωτερική διαδρομή και οι κύλινδροι του εμπρόσθιου τριβέα του στροβίλου συγκρατούνται στο κλωβό του τριβέα από ένα εσωτερικό δακτύλιο συγκράτησης. Ο εμπρόσθιος κλωβός του τριβέα, η εξωτερική διαδρομή του τριβέα, και ο αποσβεστήρας κραδασμών δεν μπορούν να περιστραφούν, επειδή συγκρατούνται στο συναρμογή του τριβέα με ένα κλειδί. Ο ρότορας του λαβύρινθου στεγανοποίησης λαδιού, η εσωτερική διαδρομή του εμπρόσθιου τριβέα του στροβίλου, και ο προσαρμογέας σύζευξης του στροβίλου συγκρατούνται στον άξονα του ρότορα του στροβίλου από το παξιμάδι σύσφιξης της σύζευξης του στροβίλου.

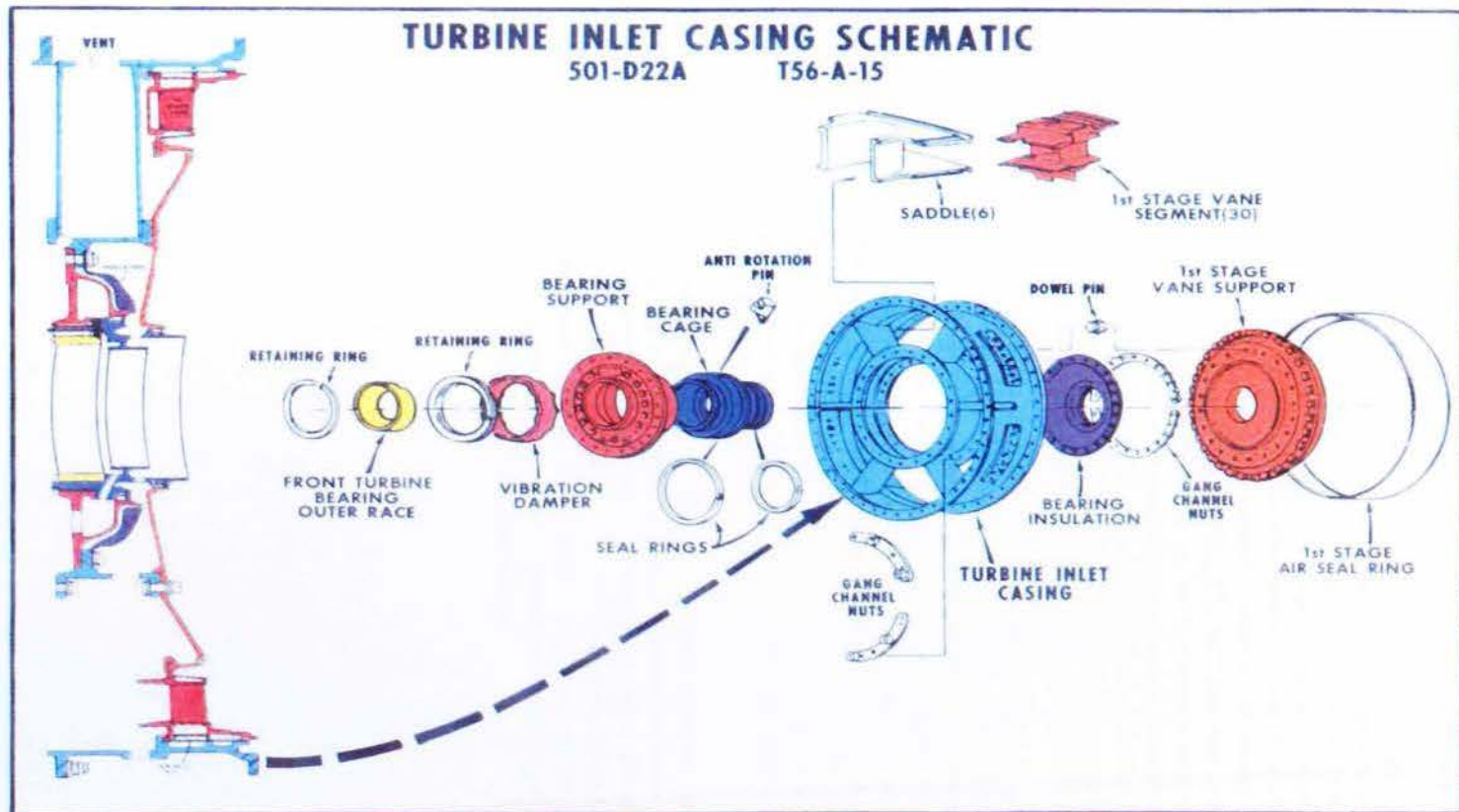
Ο εμπρόσθιος κλωβός του τριβέα σκεπάζει τον λαβύρινθο στεγανοποίησης αέρα και λαδιού. Ο λαβύρινθος στεγανοποίησης λαδιού επιτρέπει τη ροή αέρα μέσα στην εμπρόσθια περιοχή του τριβέα του στροβίλου, για την πρόληψη της διαρροής λαδιού έξω από την εμπρόσθια περιοχή του τριβέα του στροβίλου. Αέρας ψύξης στροβίλου θα περάσει μέσα από το λαβύρινθο στεγανοποίησης αέρα για την ψύξη της εμπρόσθιας όψης του τροχού της πρώτης βαθμίδας του στροβίλου. Μία ελεγχόμενη ποσότητα του αέρα ψύξης θα διαρρέει πέραν του λαβύρινθου στεγανοποίησης λαδιού στην εμπρόσθια περιοχή τριβέα του στροβίλου και κάθε ποσότητα λαδιού, η οποία τείνει να διαρρεύσει μέσω της στεγανοποίησης λαδιού, θα επιστρέφεται στο εμπρόσθιο κάρτερ του στροβίλου.

Ο εμπρόσθιος κλωβός του τριβέα έχει δύο εξωτερικές αυλακώσεις. Κάθε αυλάκι περιέχει ένα διασπώμενο δακτύλιο στεγανοποίησης (seal rings). Αυτοί οι δακτύλιοι έρχονται σε επαφή με την εσωτερική διάμετρο της στήριξης των πτερυγίων της πρώτης βαθμίδας (first stage vane support) και την εσωτερική διάμετρο της στήριξης του εμπρόσθιου τριβέα. Ο δακτύλιος στεγανοποίησης, ο οποίος εφάπτεται με τη στήριξη των πτερυγίων της πρώτης βαθμίδας, αποτρέπει τη διαρροή αέρα ψύξεως του στροβίλου. Ο δακτύλιος στεγανοποίησης, ο οποίος εφάπτεται στην στήριξη του εμπρόσθιου τριβέα, αποτρέπει τη διαρροή αέρα ψύξεως του στροβίλου μέσα στο εμπρόσθιο κάρτερ του στροβίλου και την περιοχή του τριβέα.

## TURBINE INLET CASING



Εικόνα 30 Εμπρόσθια και οπίσθια απεικόνιση περιβλήματος εισαγωγής στροβίλου



Εικόνα 31 Σχηματική παράσταση περιβλήματος εισαγωγής στρόβιλου

## ΣΧΗΜΑΤΙΚΗ ΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΠΕΡΙΒΛΗΜΑΤΟΣ ΠΤΕΡΥΓΙΩΝ ΣΤΡΟΒΙΛΟΥ

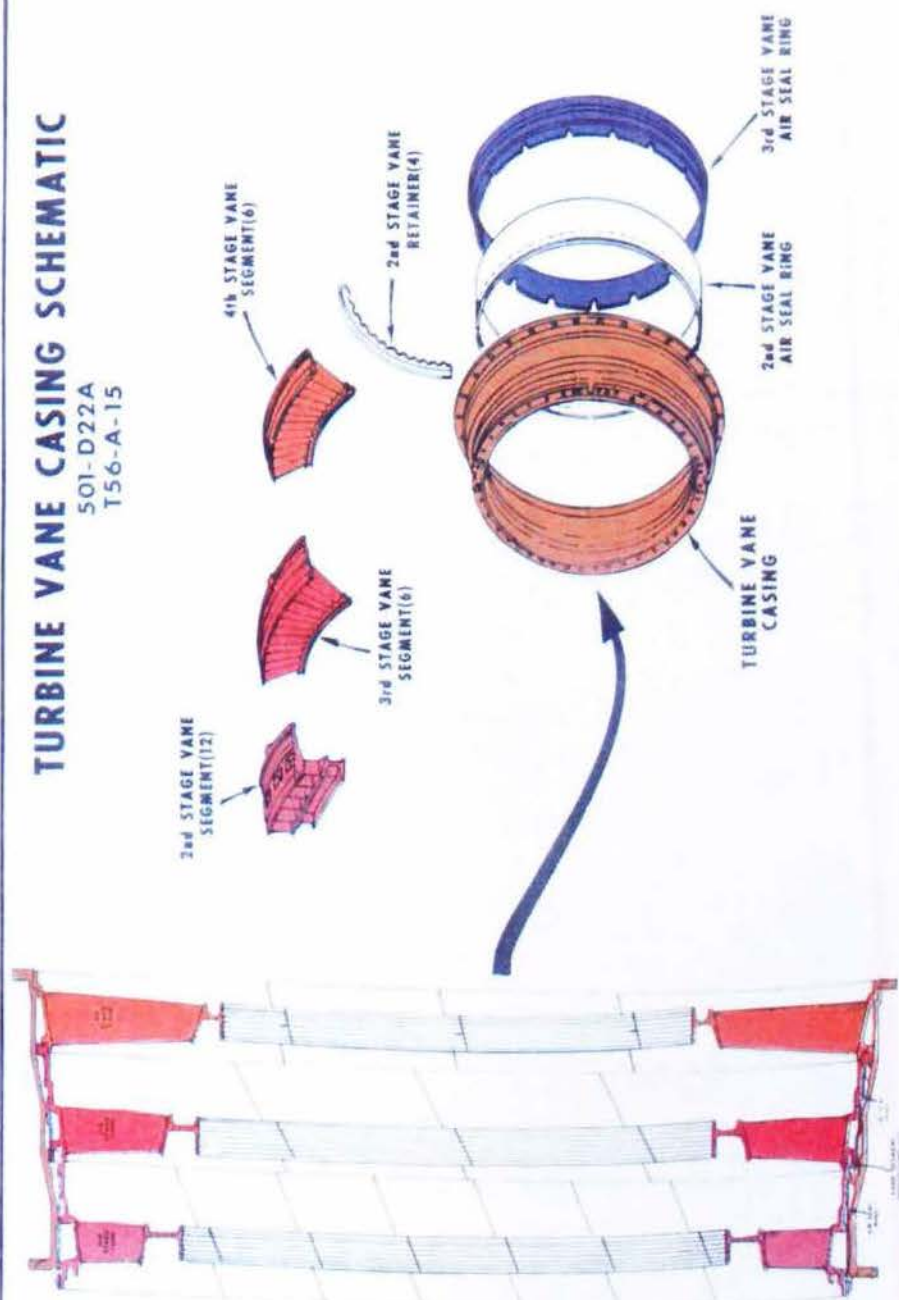
Το περίβλημα πτερυγίων του στροβίλου, ασφαρίζεται στο εξωτερικό κέλυφος του περιβλήματος εισόδου του στροβίλου (turbine vane casing mounting flange), χρησιμεύει ως ένα δομικό στοιχείο. Είκοσι τέσσερα πτερύγια συναρμογής, μεταξύ των οποίων δώδεκα δεύτερης βαθμίδας, έξι τρίτης βαθμίδας, και έξι τέταρτης βαθμίδας, παρέχουν τα πτερύγια του στάτορα για τη δεύτερη, τρίτη, και τέταρτη βαθμίδα του στροβίλου. Αυτά τα πτερύγια περικλείονται εντός του περιβλήματος πτερυγίων του στροβίλου (turbine vane casing). Τα δαχτυλίδια στεγανοποίησης αέρα δεύτερης και τρίτης βαθμίδας (2<sup>nd</sup> and 3<sup>rd</sup> stage vane air seal ring) εγκαθίστανται μεταξύ της συναρμογής των πτερυγίων και του περιβλήματος πτερυγίων για να κρατήσουν το περίβλημα των πτερυγίων σε χαμηλότερη θερμοκρασία. Η εμπρόσθια εξωτερική παρυφή του δακτύλιου στεγανοποίησης των πτερυγίων της δεύτερης βαθμίδας έχει αυλάκια για να ταιριάζει με τους πύρους της συναρμογής των πτερυγίων της δεύτερης βαθμίδας, τα οποία αποτρέπουν την αξονική κίνηση των πτερυγίων της δεύτερης βαθμίδας.

Η συναρμογή των πτερυγίων της τρίτης και τέταρτης βαθμίδας τοποθετούνται από τα χείλη του περιβλήματος πτερυγίων του στροβίλου συνδεδεμένα με τα χείλη των επιμέρους πτερυγίων. Η συναρμογή των πτερυγίων της δεύτερης και τρίτης συγκρατείται περιστροφικά μέσω ενός πύρου στην εξωτερική στεφάνη του κάθε επιμέρους πτερυγίου εμπλεκόμενο σε μία σχισμή στο χείλος σύνδεσης του περιβλήματος των πτερυγίων. Τα επιμέρους πτερύγια της συναρμογής της τέταρτης βαθμίδας συγκρατούνται περιστροφικά από τους πύρους επί των πτερυγίων της τρίτης βαθμίδας οι οποίοι προεξέχουν μέσα στο εξωτερικό χείλος των πτερυγίων της τέταρτης βαθμίδας. Το εσωτερικό χείλος της συναρμογής των πτερυγίων της δεύτερης, τρίτης, τέταρτης καλύπτουν τα «μαχαίρια» στους αποστάτες του τροχού του στροβίλου σχηματίζοντας ένα ρεύμα στεγανοποίησης.

Η χρήση αυτής της διάταξης στεγανοποίησης του αέρα αυξάνει την απόδοση του στροβίλου με την ελαχιστοποίηση της διαρροής του αέρα μεταξύ των συναρμογών των πτερυγίων και του ρότορα του στροβίλου. Η συναρμογή της πρώτης, δεύτερης και τρίτης βαθμίδας πτερυγίων καλύπτουν τα ατσάλινα πτερύγια του ρότορα του στροβίλου σε αυτές τις βαθμίδες. Με την καθιέρωση ελαχίστου διάκενου μεταξύ των συναρμογών πτερυγίων στάτορα και ρότορα του στροβίλου, προκύπτουν αποτελέσματα υψηλής απόδοσης του στροβίλου λόγω μικρότερης διαρροής του αέρα στις άκρες των πτερυγίων του ρότορα.

# TURBINE VANE CASING SCHEMATIC

501-D22A  
T56-A-15



Εικόνα 52 Σχηματική παράσταση στέγασης πτερυγίων στροβίλου

## ΣΧΗΜΑΤΙΚΗ ΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΡΟΗΣ ΑΕΡΑ ΣΤΟ ΣΤΡΟΒΙΛΟ

Το μεγαλύτερο μέρος του αέρα που παρέχεται στο τμήμα καύσης πηγαίνει στο εσωτερικό των θαλάμων καύσης είτε ως πρωτεύον αέρας, προς υποστήριξη της καύσης, ή ως δευτερεύον αέρας, για να προσθέσει μάζα και να μετριάσει την θερμοκρασία των θερμών αερίων στον πυρήνα. Αυτός ο αέρας, που τώρα αναφέρεται ως αέριο, κατευθύνεται μέσω του στροβίλου, όπου το μεγαλύτερο μέρος της ενέργειας του αερίου μετατρέπεται σε μηχανική ενέργεια.

Ένα μικρό τμήμα του αέρα δεν εισέρχεται στους θαλάμους καύσης και είναι, επομένως, σχετικά ψυχρός. Αυτός ο αέρας χρησιμοποιείται για να λειτουργήσει ο εμπρόσθιος λαβύρινθος στεγανοποίησης του στροβίλου και για την άμεση ψύξη των θερμοστοιχείων, των περυγίων του στάτορα και ρότορα της πρώτης βαθμίδας του στροβίλου καθώς και των τροχών και αποστατών από τη πρώτη έως τη τρίτη βαθμίδα του στροβίλου.

Τα 18 θερμοστοιχεία έχουν διόδους για αέρα ψύξης στον αισθητήρα. Αέρας ψύξης εισέρχεται στον αισθητήρα μεταξύ των θαλάμων καύσης και του εξωτερικού περιβλήματος καύσης και εξέρχεται από το άκρο του στελέχους στο εσωτερικό των θαλάμων καύσης.

Τα περύγια της πρώτης βαθμίδας του στροβίλου είναι κενά από χύτευση. Αέρας ψύξης εισέρχεται μέσω της στραμμένη προς τα εμπρός υποδοχής κοντά στη στήριξη του περυγίου. Ο αέρας κατευθύνεται με το καλύτερο πλεονέκτημα από σωλήνες πρόσκρουσης εντός των κοίλων αεροτομών των περυγίων. Στη συνέχεια εξέρχεται μέσα στη διαδρομή του αερίου μέσω σχισμών στα οπίσθια άκρα του κάθε αεροτομής.

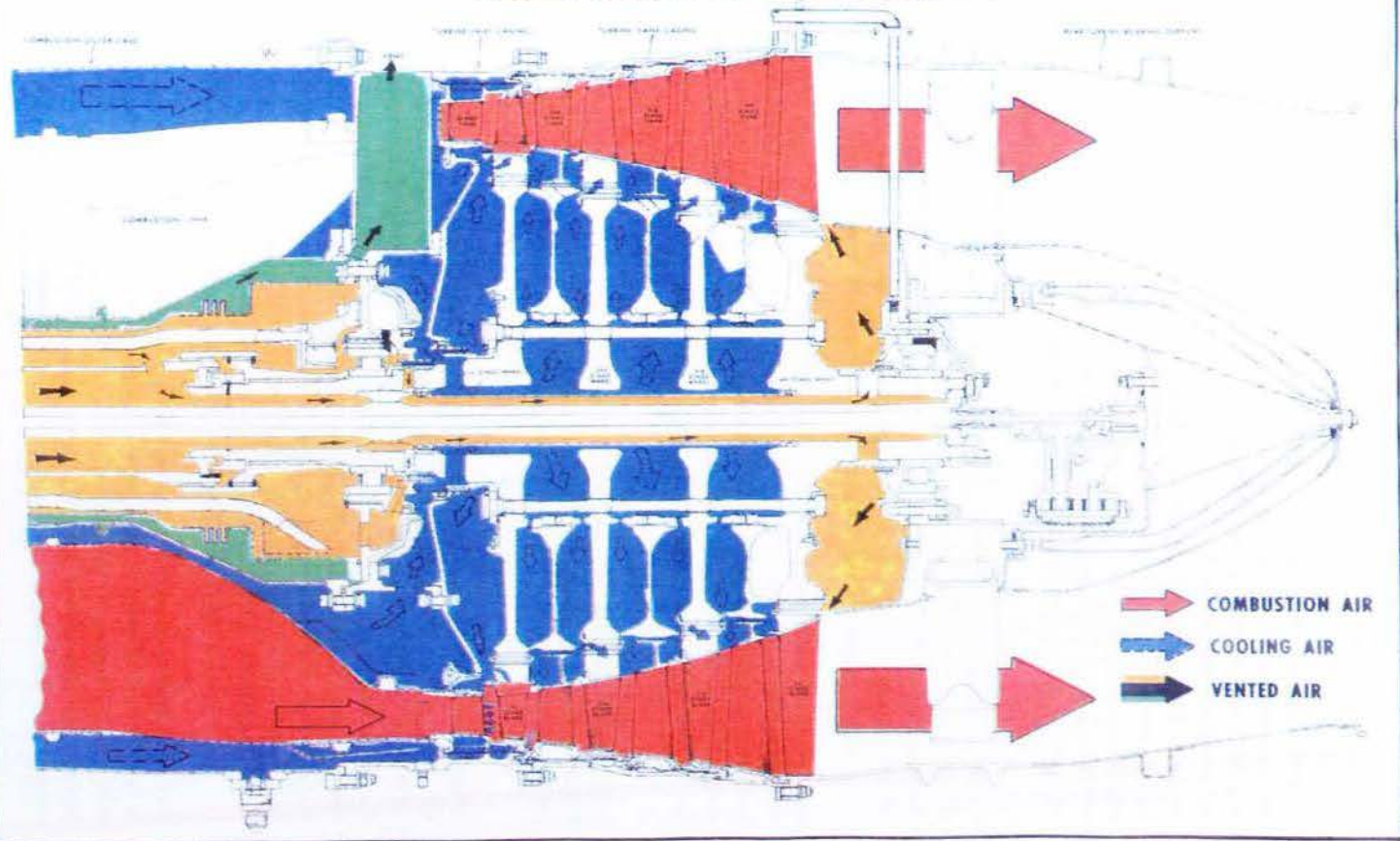
Τα περύγια του ρότορα της πρώτης βαθμίδας είναι επίσης κενά από χύτευση. Οπές στη στήριξη των περυγίων της πρώτης βαθμίδας κατευθύνουν τον αέρα ψύξης διαμέσου οπών στις πλάκες κάλυψης των περυγίων του ρότορα της πρώτης βαθμίδας, στην περιοχή στήριξης στη βάση των περυγίων. Ο αέρας ψύξης περνά ακτινικά διαμέσου κάθε περυγίου και εξέρχεται από τις οπές στην περιοχή του καλύμματος του άκρου.

Ψυχρός αέρας περνά μέσα από οπές στον εσωτερικό ιστό του περιβλήματος του στροβίλου, κατόπιν διαμέσου οπών στον εμπρόσθιο κλωβό τριβέα του στροβίλου, στην περιοχή μεταξύ των δύο στατόρων του λαβυρίνθου στεγανοποίησης. Από αυτή τη θέση, ο αέρας διαιρείται σε τρεις κατευθύνσεις: προς τα εμπρός, πάνω από το μικρής διαμέτρου λαβύρινθο στεγανοποίησης, για την πρόληψη απώλειας λαδιού στον εμπρόσθιο τριβέα του στροβίλου. Προς τα πίσω, πάνω από το μεγαλύτερης διαμέτρου λαβύρινθο στεγανοποίησης, για να ψυχθεί ο εμπρόσθιος τροχός της πρώτης βαθμίδας του στροβίλου. Και προς τα μέσα, διαμέσου οπών στο στέλεχος του άξονα του τροχού της πρώτης βαθμίδας του στροβίλου, τότε προς τα πίσω στο εσωτερικό του ρότορα του στροβίλου. Αυτός ο αέρας διέρχεται ακτινικά προς τα έξω, ψύχοντας τους τροχούς και τους αποστάτες της πρώτης, δεύτερης, και τρίτης βαθμίδας, πριν εισέλθει ξανά στη διαδρομή του αερίου του κινητήρα.

Αέρας που εισέρχεται στη κεντρική περιοχή κάρτερ (φάρος) εξαερίζεται στον άξονα σύζευξης του στροβίλου. Ο αέρας περνά μέσα από ένα σωλήνα εξαερισμού στο εσωτερικό της συναρμογής του ρότορα, κατόπιν στα καυσαέρια μέσα από ακτινικές οπές πίσω από το τροχό της τέταρτης βαθμίδας του στροβίλου.

T56-A-15, -14

### TURBINE SECTION AIR FLOW SCHEMATIC



Εικόνα 33 Σχηματική παράσταση ροής αέρα στο τμήμα του στροβίλου

## ΣΥΝΑΡΜΟΓΗ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗΣ ΟΠΙΣΘΙΟΥ ΤΡΙΒΕΑ

Το tie-bolt από το στροβίλο στο συμπιεστή εισάγεται από το πίσω μέρος της μηχανής, που διέρχεται μέσω της συναρμογής του ρότορα του στροβίλου και του άξονα σύζευξης του στροβίλου, στο σπείρωμα του στέλεχος του άξονα της 14<sup>ης</sup> βαθμίδας του συμπιεστή. Η σύσφιξη του σπειρώματος του είναι μια ρύθμιση που χρησιμοποιείται για να ρυθμίσουμε την αξονική θέση της συναρμογής του ρότορα του στροβίλου σε σχέση με τη συναρμογή των περυγίων του στάτορα του στροβίλου. Η κεφαλή του tie-bolt κόντρα στην άρθρωση της τέταρτης βαθμίδας του στροβίλου τραβά το ρότορα του στροβίλου προς τα εμπρός καθώς το tie-bolt βιδώνει στον τροχό της 14<sup>ης</sup> βαθμίδας του συμπιεστή. Όταν η επιθυμητή αξονική θέση μεταξύ των περυγίων του ρότορα και του στάτορα επιτυγχάνεται, ένας πείρος ασφαλίσεως (locking pin) εισάγεται για να αποτρέψει την περιστροφή του tie-bolt και του παξιμαδιού σύσφιξης του οπίσθιου τριβέα του στροβίλου (tie bolt lock nut) σε σχέση με το τροχό της τέταρτης βαθμίδας.

Ο άξονας οδηγός σύζευξης της αντλίας επιστροφής (oil pump drive shaft) εισάγεται μέσα στο οπίσθιο άκρο του tie-bolt. Μία σχισμή στην εξωτερική περιφέρεια της αναχειλώσης του άξονα οδηγού σύζευξης της αντλίας επιστροφής (scavenge pump drive shaft coupling) εφαρμόζει με την ακίδα στην οπίσθια όψη της κεφαλής του tie-bolt. Ροπή κίνησης για την οπίσθια αντλία επιστροφής λαδιού του στροβίλου μεταφέρεται μέσω αυτής της σύζευξης.

Το παξιμάδι ασφαλίσεως του tie-bolt βιδώνει στο τέλος του παξιμαδιού συσφίξεως του οπίσθιου τριβέα του στροβίλου. Ασφαλίζει τον οδηγό σύζευξης της αντλίας επιστροφής στο τέλος του tie-bolt, και παγιώνει το πείρο ασφάλισης tie-bolt και του παξιμαδιού συσφίξεως στη θέση του. Η κεφαλή του tie-bolt είναι τώρα κλειδωμένη μεταξύ του τροχού της τέταρτης βαθμίδας και του παξιμαδιού ασφάλισης του tie-bolt. Η αξονική θέση του ρότορα του στροβίλου έχει ρυθμιστεί.

Η σύνδεση των στροφειών του συμπιεστή και του στροβίλου, από το tie-bolt, βοηθάει στην εξισορρόπηση των αξονικών δυνάμεων φορτίου του κινητήρα. Το αξονικό φορτίο στο τμήμα ισχύος ωστικού τριβέα (οπίσθιο τριβέα του συμπιεστή) μειώνεται αφαιρώντας το φορτίο προς τα πίσω του στροβίλου από το προς τα εμπρός φορτίο του συμπιεστή.

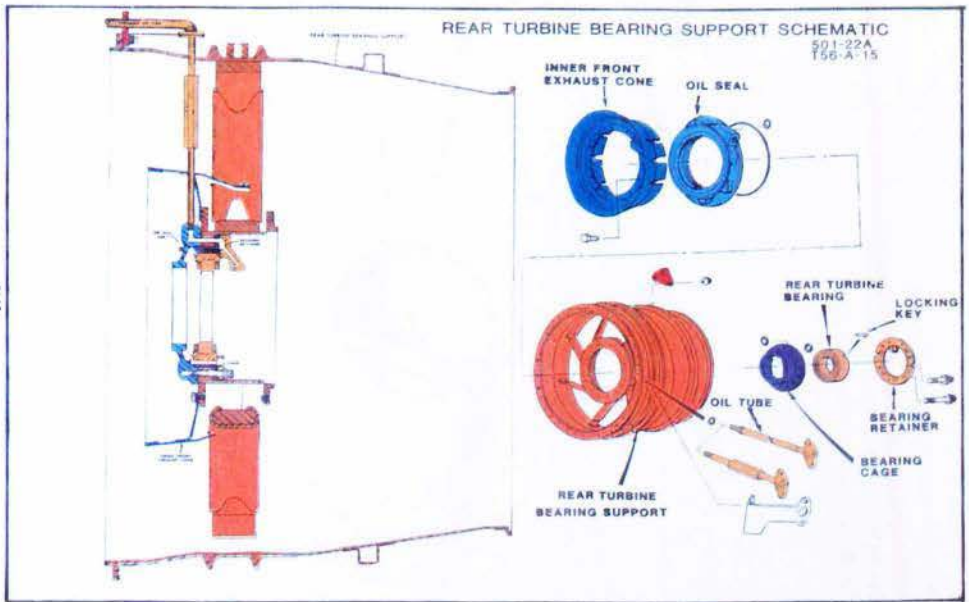
Η οπίσθια αντλία επιστροφής λαδιού του στροβίλου (rear scavenge oil pump), τοποθετημένη στην υποστήριξη της αντλίας λαδιού (oil pump support), επιστρέφει το λάδι που χρησιμοποιείται για τη λίπανση του οπίσθιου τριβέα του στροβίλου. Η στήριξη της αντλίας λαδιού, η οποία επίσης χρησιμεύει ως ένα κάρτερ λαδιού, είναι βιδωμένη σε ένα αναχειλώμα του εσωτερικού κελύφους της στήριξης του οπίσθιου τριβέα του στροβίλου. Ένα μεταλλικό δακτυλίδι Ο στεγανοποιεί αυτή τη διαχωριστική γραμμή με σκοπό να αποτρέψει τη διαρροή λαδιού, και τον αέρα από το να εισέλθει εντός του κάρτερ. Η στήριξη της αντλίας λαδιού προβλέπει επίσης την τοποθέτηση και συγκράτηση του οπίσθιου εσωτερικού κώνου καυσαερίων (inner exhaust cone) και μονωτικής κουβέρτας (insulation).

Ο οπίσθιος εσωτερικός κώνος καυσαερίων περιβάλλει την μονωτική κουβέρτα, η οποία προστατεύει το κάρτερ, την αντλία λαδιού, τον οπίσθιο τριβέα του στροβίλου, κλπ., από τη θερμότητα των καυσαερίων. Ο εμπρόσθιος εσωτερικός κώνος καυσαερίων (inner front exhaust cone), ο οπίσθιος εσωτερικός κώνος καυσαερίων, και το εξωτερικό τμήμα κώνου εξαγωγής της στήριξης του οπίσθιου τριβέα του στροβίλου σχηματίζουν έναν αεροδυναμικό αγωγό διόδου καυσαερίων για τον κινητήρα.

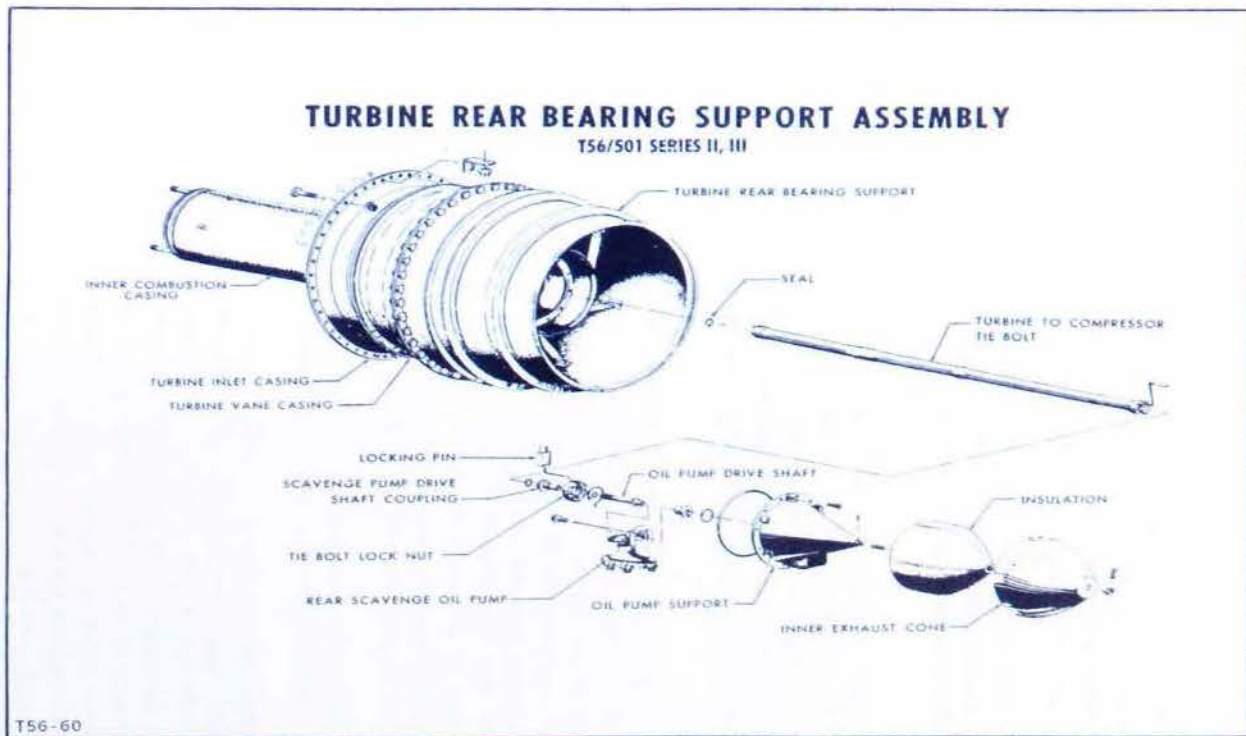


Η ικανότητα άντλησης της οπίσθιας αντλίας επιστροφής λαδιού είναι πολύ μεγαλύτερη από τον όγκο του εισερχόμενου λαδιού για τον οπίσθιο τριβέα του στροβίλου. Συνεπώς, η αντλία επιστρέφει αέρα με το λάδι από το κάρτερ.

Δεδομένου ότι η χωρητικότητα της οπίσθιας αντλίας επιστροφής είναι μεγαλύτερη από τον όγκο του εισερχόμενου λαδιού, αέρας αντλείται από το οπίσθιο κάρτερ του εδράνου. Αυτό μειώνει την πίεση στο κάρτερ και δημιουργεί την πτώση πίεσης κατά μήκος της στεγανοποίησης του οπίσθιου τριβέα (λαβυρίνθου) που απαιτείται για να δουλέψει η στεγανοποίηση.



Εικόνα 34 Σχηματική παράσταση υποστήριξης του οπίσθιου τριβέα του στροβίλου



Εικόνα 35 Λεπτομερής απεικόνιση υποστήριξης του οπίσθιου τριβέα του στροβίλου

## ΒΑΣΙΚΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΜΕΙΩΤΗΡΑ

Οι ρότορες του τμήματος ισχύος πρέπει να περιστρέφονται σε υψηλές στροφές ανά λεπτό για την ανάπτυξη δύναμης από το τμήμα ισχύος αποτελεσματικά. Η έλικα, που χρησιμοποιείται για να απορροφήσει την υψηλή υποδύναμη του κινητήρα, έχει μεγάλη διάμετρο. Για να είναι η ταχύτητα του άκρου της έλικας εντός πρακτικών ορίων, η έλικα πρέπει να περιστρέφεται σε πολύ χαμηλότερη ταχύτητα από τους ρότορες του τμήματος ισχύος. Συνεπώς, η συναρμογή του μειωτήρα μειώνει τις 13.820 σ.α.λ. του ρότορα του τμήματος ισχύος σε 1.020 σ.α.λ. της έλικας. Αυτή η μείωση της συνολικής σχέσης μετάδοσης 13,54:1 επιτυγχάνεται σε δύο στάδια. Του πρώτου σταδίου η μείωση είναι 3,125:1 από ένα κεντρικό σύστημα μετάδοσης, και του δεύτερου σταδίου η μείωση είναι 4,333:1 από ένα πλανητικό σύστημα μετάδοσης.

Εκτός από το μειωτήρα που απαιτείται από την έλικα, μια συναρμογή γραναζιών μετάδοσης κίνησης προβλέπεται για τα τοποθετημένα εξωτερικά παρελκόμενα όπως δυναμό, υδραυλική αντλία, μίζα, γεννήτρια και στροφόμετρο. Η συναρμογή των γραναζιών μετάδοσης κίνησης πρέπει να δίνει κίνηση και στην αντλία λαδιού.

Η συναρμογή του μειωτήρα περιέχει επιπλέον δύο μηχανισμούς ασφαλείας που προστατεύουν το αεροσκάφος από την υπερβολική έλξη και αρνητική ροπή σε περίπτωση βλάβης του κινητήρα κατά την απογείωση, αναρρίχηση, κρουαζιέρα, letdown, και προσέγγιση. Η συναρμογή του μειωτήρα ενσωματώνει επίσης ένα συγκρότημα πέδησης έλικας. Η πέδηση της έλικας εμποδίζει την περιστροφή της έλικας όταν πετώνεται<sup>2</sup> κατά την πτήση.

Η δομική υποστήριξη του μειωτήρα, του πρώτου και του δεύτερου σταδίου συστοιχίας γραναζιών, της συστοιχίας γραναζιών παρελκόμενων (accessory drive gear), του συστήματος σήματος αρνητικής ροπής, της σύζευξης ασφαλείας (safety coupling), και του φρένου της έλικας (propeller brake) παρέχεται από το εμπρόσθιο περίβλημα (front case), το διάφραγμα του κύριου τριβέα (bearing diaphragm), το οπίσθιο περίβλημα (gear case), και το εσωτερικό διάφραγμα του οπίσθιου περιβλήματος. Αυτά τα δομικά στοιχεία είναι χυτά από κράμα μαγνησίου. Έχουν περάσματα για της επιστροφή λαδιού και περάσματα για πίεση λαδιού. Αυτά τα περάσματα λαδιού βρίσκονται στις γραμμές διαχωρισμού των δομικών μελών, εξαιλείφοντας έτσι την ανάγκη για οποιαδήποτε εξωτερική ή εσωτερική γραμμή λαδιού.

Το συγκρότημα πέδησης της έλικας χρησιμοποιείται για να αποτρέψει την περιστροφή της έλικας αν είναι πετρωμένη εν πτήση. Η πέδηση της έλικας είναι εντελώς αυτόματη.

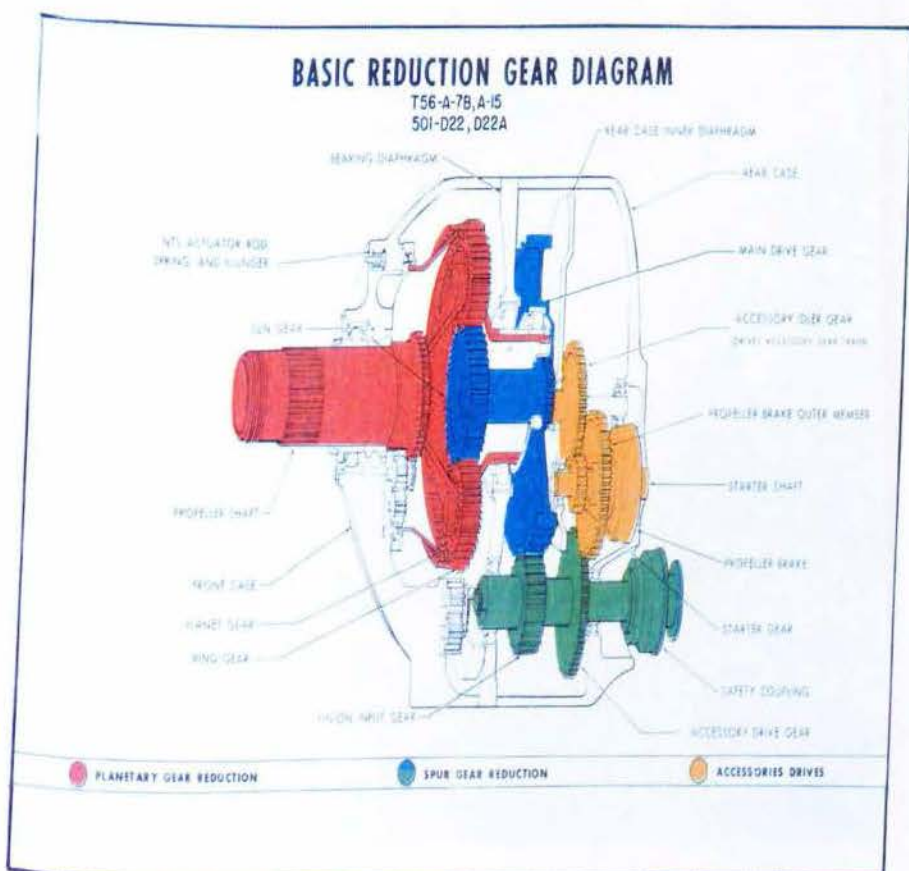
Όταν ένας αεριοστρόβιλος δεν είναι σε λειτουργία, οι ρότορες του συμπιεστή και του στροβίλου μπορεί να περιστρέφονται εύκολα, για μια μηχανή αεριοστρόβιλου που δεν έχει έμβολα και κυλίνδρους που με τη προκύπτουσα συμπίεση τους να αντισταθούν στην περιστροφή της έλικας. Μολονότι ο ρότορας του συμπιεστή απαιτεί σημαντική ροπή στο 100% (13.820) των στροφών ανά λεπτό, ελάχιστη ροπή απαιτείται για την περιστροφή του ρότορα του συμπιεστή στις χαμηλές στροφές. Συνεπώς, η πέδηση της έλικας απαιτείται για την πρόληψη ελεύθερης περιστροφής της έλικας και του κινητήρα από τον αέρα όταν η έλικα πετώνεται κατά την πτήση. Χωρίς την πέδηση της έλικας, η ορμή της περιστρεφόμενης έλικας θα περιστρέψει τους ρότορες του κινητήρα για μια μακρύτερη χρονική περίοδο κατά

<sup>2</sup> Πέτρωση της έλικας. Όταν το αεροσκάφος βρίσκεται στο έδαφος με τους κινητήρες του απενεργοποιημένους ή όταν βρίσκεται εν πτήση και κάποιος κινητήρας σταματήσει να λειτουργεί, τότε για να μειωθεί η αντίσταση της έλικας στη ροή του αέρα, άρα και η οπισθέλκουσα που δημιουργείται το σύστημα πέδησης ακινητοποιεί την έλικα και περιστρέφει κάθε πτερύγιο της έτσι ώστε να είναι κάθετο στη ροή του αέρα.

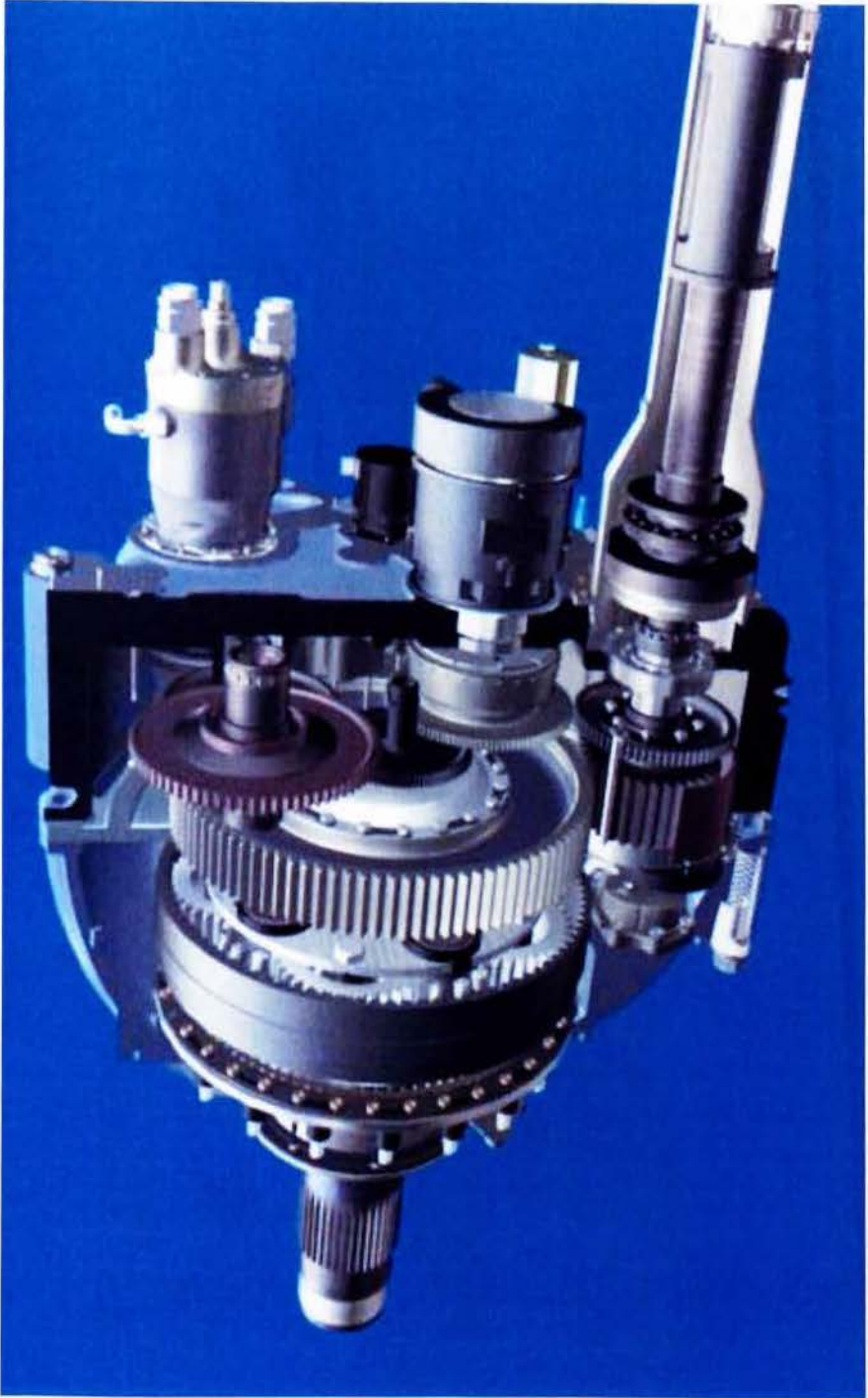
τη διάρκεια διακοπής λειτουργίας στο έδαφος. Η πέδησης της έλικας θα είναι πάντα σε μία από τις τρεις θέσεις ... απελευθερωμένο, εφαρμοσμένο, ή κλειδωμένο.

Ο σκοπός του συστήματος σήματος αρνητικής ροπής (NTS) είναι να περιορίσει την ποσότητα της αρνητικής ροπής (drag) της έλικας που μπορεί να απορροφήσει από τη ροή του αέρα. Η σύζευξη ασφαλείας είναι μία αυτόματη, μηχανική συσκευή που θα αποσυνδέσει το τμήμα ισχύος από τη συναρμογή του μειωτήρα όποτε η αρνητική ροπή υπερβαίνει τη ρύθμιση της σύζευξης ασφαλείας. Θετική ροπή εμφανίζεται όταν το τμήμα ισχύος είναι η κινητήρια δύναμη της έλικας μέσω της συναρμογής του μειωτήρα. Αρνητική ροπή εμφανίζεται όταν το τμήμα ισχύος οδηγείται είτε από τον εκκινήτή ή την έλικα.

Ο μετρητής ροπής παρέχει τη μετάδοση και τη μέτρηση της ισχύος εξόδου του τμήματος ισχύος. Ο μετρητής ροπής λειτουργεί με την αρχή της ακριβούς μέτρησης της στρεπτικής απόκλισης (στρέβλωση) που απαντάται σε ένα άξονα μεταδόσεως ισχύος. Ο σχεδιασμός του συστήματος μετρά τόσο θετική όσο και αρνητική ροπή. Το σύστημα μέτρησης ροπής αποτελείται από τη συναρμογή μέτρησης άξονα ροπής, το περίβλημα του μετρητή ροπής, τον pick up μετρητή ροπής, το μετρητή μέτρησης ροπής, και τη διασύνδεση των ηλεκτρικών καλωδίων της ατράκτου του αεροσκάφους.

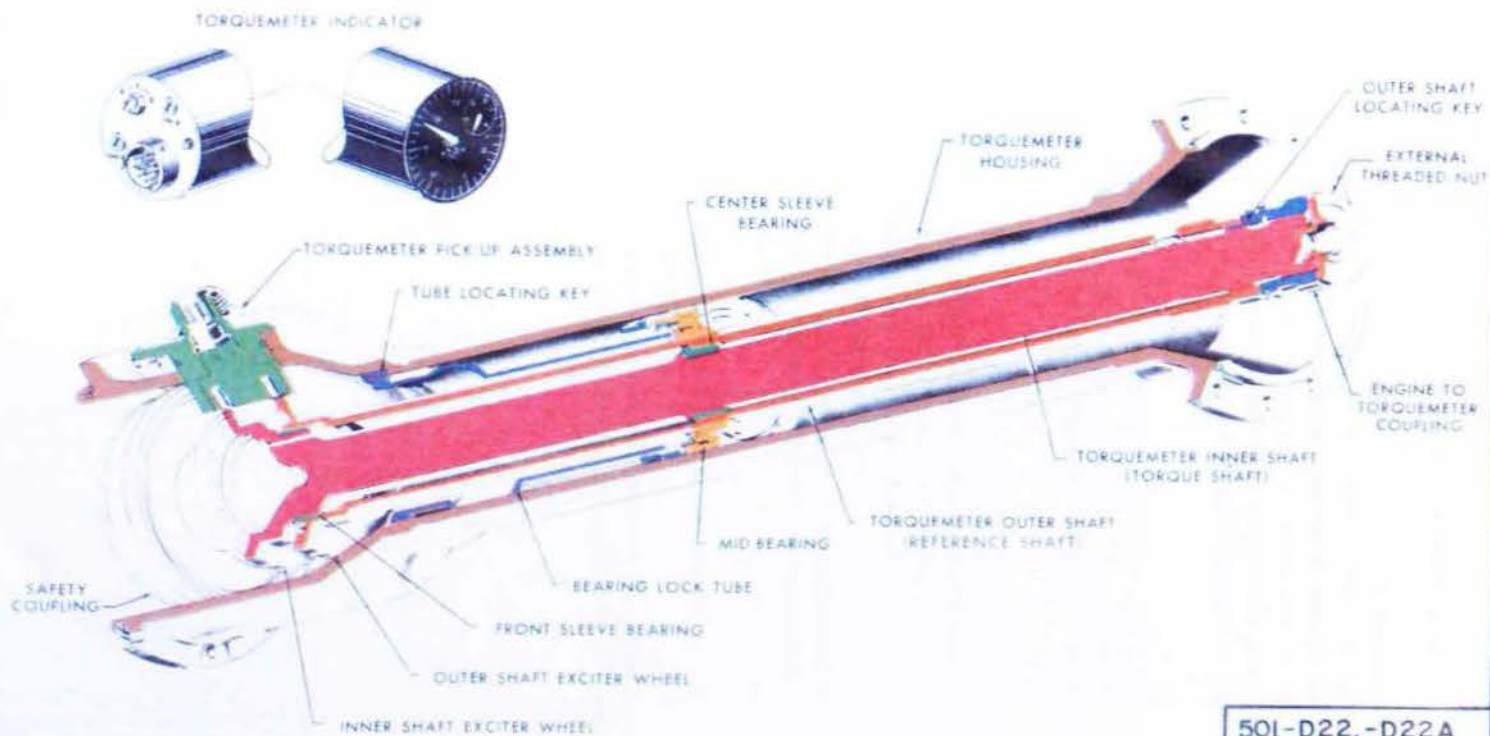


Εικόνα 36 Σχηματική παράσταση μειωτήρα



Εικόνα 37 3D Απεικόνιση μειωτήρα

# TORQUEMETER



501-D22,-D22A  
T56-A-7,-15

## ΛΙΠΑΝΣΗ

### ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΛΑΔΙΟΥ ΑΕΡΟΠΛΑΝΟΥ

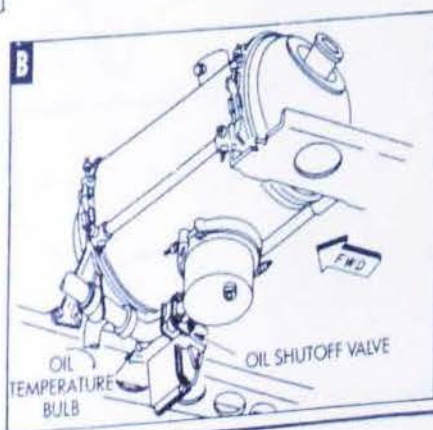
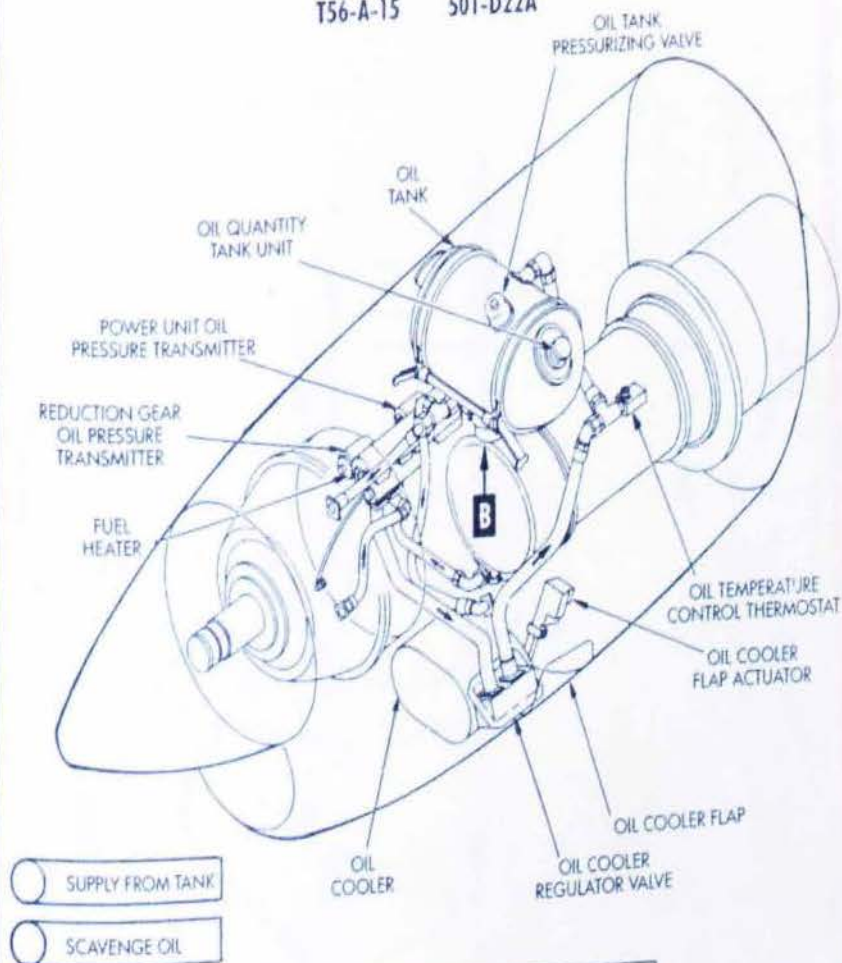
Ένα ξεχωριστό σύστημα λαδιού παρέχεται για κάθε κινητήρα. Και τα τέσσερα συστήματα λίπανσης του κινητήρα είναι ίδια. Κάθε σύστημα είναι υψηλής ταχύτητας, ξηρού τύπου κάρτερ, και έχει σχεδιαστεί για τη λίπανση της μονάδας ισχύος και το μειωτήρα του κινητήρα μέσω ενός εύρους θερμοκρασίας λειτουργίας -53 έως 100 ° C (-65 έως 212 ° F). Το σύστημα λαδιού ταυτοποιείται ως ξηρό κάρτερ επειδή το λάδι είναι αποθηκευμένο σε μια δεξαμενή λαδιού εξωτερικά του κινητήρα. Επομένως η μηχανή είναι σχεδιασμένη για να λειτουργεί με «ξηρά» εσωτερικά κάρτερ.

Τα εξαρτήματα του συστήματος λαδιού του κινητήρα που περιέχεται εντός του ατρακτιδίου του κινητήρα. Τα εξαρτήματα που παρουσιάζονται εδώ είναι όλα εγκατεστημένα στην άτρακτο του αεροσκάφους και δεν αποτελούν μέρος του κινητήρα T56/501. Αυτά τα εξαρτήματα είναι τα εξής:

1. Δεξαμενή λαδιού (oil tank)
2. Μονάδα μέτρησης ποσότητας δεξαμενής λαδιού (oil quantity tank unit)
3. Βαλβίδα πίεσης δεξαμενής λαδιού (oil tank pressurizing valve)
4. Βαλβίδα διακοπής δεξαμενής λαδιού (oil tank shutoff valve)
5. Λαμπάκι θερμοκρασίας λαδιού (oil temperature bulb)
6. Πομπός πίεσης λαδιού τμήματος ισχύος (power unit oil pressure transmitter)
7. Πομπός πίεσης λαδιού μειωτήρα (reduction gear oil pressure transmitter)
8. Θερμαντήρας καυσίμου (fuel heater)
9. Ψυγείο λαδιού (oil cooler)
10. Βαλβίδα ρύθμισης του ψυγείου λαδιού (oil cooler regulator valve)
11. Κάλυμμα ψυγείου λαδιού (oil cooler flap)
12. Ενεργοποιητής θέσης καλύμματος ψυγείου λαδιού (oil cooler flap actuator)
13. Θερμοστάτης ελέγχου θερμοκρασίας λαδιού (oil temperature control thermostat)

# AIRPLANE OIL SUPPLY SYSTEM

T56-A-7      501-D22  
T56-A-15    501-D22A



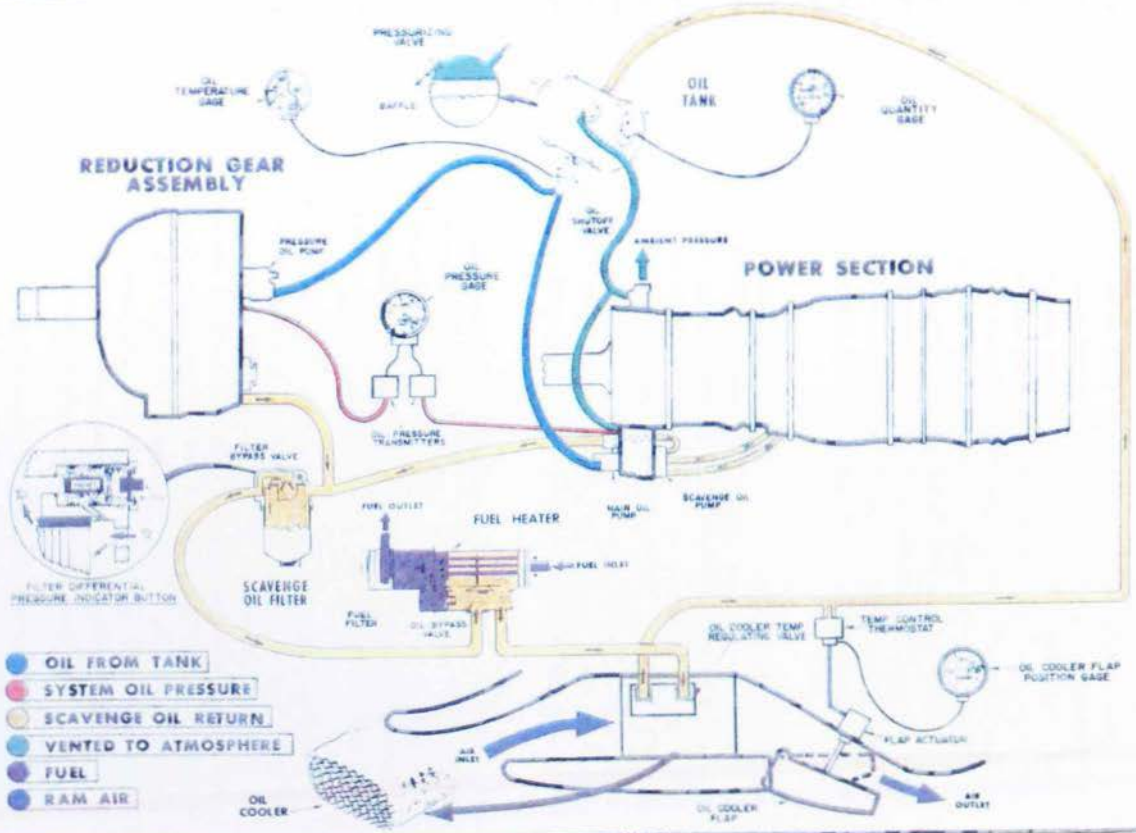
T56-90

Εικόνα 39. Λειτουργίες απεικόνιση του συστήματος παροχής λαδιού του αεροσκάφους



501-D29, D224  
T56-A-7 IS

### NACELLE OIL SYSTEM SCHEMATIC



Εικόνα 40 Σχηματική παράσταση συστήματος λαδιού ατρακτιδίου

## ΣΧΗΜΑΤΙΚΗ ΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΛΙΠΑΝΣΗΣ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΙΣΧΥΟΣ

Το τμήμα ενέργειας ενσωματώνει ένα σύστημα λίπανσης ξηρού κάρτερ το οποίο τροφοδοτείται με λάδι από τη δεξαμενή του αεροσκάφους. Αφού τα απαραίτητα συστατικά του τμήματος ισχύος έχουν λιπανθεί και ψυχθεί, το λάδι επιστρέφει στο σύστημα τροφοδοσίας του αεροσκάφους.

Λάδι από τη δεξαμενή λαδιού (oil tank) εισέρχεται στο στοιχείο πίεσεως της κύριας αντλίας λαδιού (main oil pump), η οποία είναι τοποθετημένη στην εμπρόσθια πλευρά του συγκροτήματος μειωτήρα των παρελκόμενων. Το στοιχείο πίεσης αντλεί περισσότερο λάδι απ' ό τι απαιτείται για τη λίπανση του τμήματος ισχύος. Μία βαλβίδα ρύθμισης της πίεσης στην κύρια αντλία λαδιού παρακάμπει την περίσσεια λαδιού και ρυθμίζει το σύστημα πίεσης λαδιού στα 50 έως 60 psi. Λάδι από το στοιχείο πίεσης περνά μέσα από διάτρητα πέρασματα στο περίβλημα του μειωτήρα των παρελκόμενων στο φίλτρο λαδιού (oil filter). Το στο φιλτραρισμένο λάδι κατευθύνεται κατόπιν προς την βαλβίδα ρύθμισης της πίεσης, στη θύρα μετάδοσης πίεσης λαδιού, στις σφηνές και τους τριβείς του ρυθμιστή καυσίμου, στο επίθεμα στερέωσης του ρυθμιστή καυσίμου, στο γρανάζι κίνησης και τους τριβείς της βαλβίδας ευαισθησίας κίνησης, καθώς και στη κάτω δοκό στήριξης του περιβλήματος εισόδου του αέρα.

Λάδι, το οποίο εισέρχεται στον πυθμένα της δοκού στήριξης του περιβλήματος εισόδου αέρα, κατευθύνεται σε μία δακτυλιοειδή δίοδο ελαίου. Ένα διάτρητο πέρασμα κατευθύνει το λάδι στην επέκταση του άξονα του συμπιεστή. Ο ψεκαστήρας λαδιού του εμπρόσθιου τριβέα του συμπιεστή λαμβάνει λάδι από το δακτυλιοειδή πέρασμα για τη λίπανση του εμπρόσθιου τριβέα του συμπιεστή. Ο ψεκαστήρας λαδιού του μετρητή ροής, με διπλή εκτόξευση, ψεκάζει λάδι εμπρόσθια στο περίβλημα του μετρητή ροής για να λιπαίνει το ενδιάμεσο τριβέα του μετρητή ροής, και ψεκάζει λάδι μέσα στον άξονα της συναρμογής του μετρητή ροής μέσω δύο οπών στον άξονα αναφοράς για τη λίπανση του κεντρικού χιτωνίου του τριβέα.

Μια διάτρητη δίοδος στην κάτω αριστερή δοκό στήριξης του περιβλήματος εισαγωγής αέρα μεταφέρει λάδι από τη δακτυλιοειδές δίοδο λαδιού σε μια εξωτερική γραμμή λαδιού η οποία οδηγεί στο διαχύτη. Στο διαχύτη, η ροή του λαδιού διαιρείται. Μία γραμμή οδηγεί πάνω από τον διαχύτη προς τη επάνω δεξιά ακτινική δοκό στήριξης, ενώ η άλλη γραμμή οδηγεί προς τα πίσω στη κάτω αριστερή δοκό στήριξης της υποστήριξης του οπίσθιου τριβέα του στροβίλου.

Λάδι τροφοδοτείται στη πάνω δεξιά δοκό στήριξης του διαχύτη, ρέει μέσω μίας εσωτερικής γραμμής λαδιού μέσα στη δοκό στήριξης και τροφοδοτεί λάδι στο ψεκαστήρα λαδιού του οπίσθιου τριβέα του συμπιεστή. Ο ψεκαστήρας λαδιού του οπίσθιου τριβέα λιπαίνει τον οπίσθιο τριβέα του συμπιεστή και τροφοδοτεί λάδι σε μια εσωτερική γραμμή ασφαλισμένη εντός του εσωτερικού περιβλήματος καύσεως. Αυτή η εσωτερική γραμμή τροφοδοτεί λάδι το σωλήνα λαδιού του εμπρόσθιου τριβέα του στροβίλου. Η σωλήνα λαδιού είναι ένας διπλός ψεκαστήρας λαδιού. Ένας ψεκαστήρας κατευθύνει το λάδι, στην εμπρόσθια όψη του εμπρόσθιου τριβέα του στροβίλου, ο άλλος ψεκαστήρας λαδιού κατευθύνει λάδι, για την ψύξη, στην πίσω πλευρά του τριβέα μέσω ενός χτενιού στο κλωβό του τριβέα.

Λάδι τροφοδοτείται στην υποστήριξη του οπίσθιου τριβέα του στροβίλου, ρέει διαμέσου ενός εσωτερικού σωλήνα προς τα εμπρός και παράλληλα προς την κάτω δοκό στήριξης στο

ψεκαστήρα λαδιού του οπίσθιου τριβέα του στροβίλου. Ο ψεκαστήρας του οπίσθιου τριβέα του στροβίλου λιπαίνει τον οπίσθιο τριβέα του στροβίλου.

Λάδι το οποίο λιπαίνει και ψύχει τον οπίσθιο τριβέα του στροβίλου, σαρώνεται από την οπίσθια αντλία απαγωγής του στροβίλου. Αυτή η αντλία επιστρέφει το λάδι στη στέγαση των εξαρτημάτων κίνησης μέσα από το tie bolt, το tie bolt του συμπιεστή καθώς και τον άξονα επέκτασης του συμπιεστή. Μια διάτρητη δίοδος στο tie bolt επιτρέπει στο λάδι να εισρέει στις εμπρόσθιες σφηνες του άξονα σύζευξης του στροβίλου και της σύζευξης του συμπιεστή. Διάτρητες δίοδοι στον άξονα επέκτασης του συμπιεστή και ένα βύσμα στο εσωτερικό του άξονα παρέχουν λίπανση των σφηνών του άξονα επέκτασης του συμπιεστή και του πλευρικού γραναζιού του συμπιεστή εντός του περιβλήματος της εισαγωγής αέρα.

Λάδι που χρησιμοποιείται για τη λίπανση του οπίσθιου τριβέα του συμπιεστή και εμπρόσθιου τριβέα του στροβίλου, σαρώνεται από μία εξωτερικά τοποθετημένη αντλία σάρωσης διπλών στοιχείων (scavenge oil pump). Η αντλία είναι τοποθετημένη στο πίσω κεντρικό οδηγό της στέγασης των παρελκόμενων. Περιέχει τρία γρανάζια που αποτελούν δύο στοιχεία της αντλίας. Αυτό το λάδι στη συνέχεια ρέει μέσω των διόδων στη συναρμογή του περιβλήματος των παρελκόμενων κίνησης προς την έξοδο του στοιχείου σάρωσης της κύριας αντλίας λαδιού.

Λάδι από το εσωτερικό του περιβλήματος της εισαγωγής αέρα στραγγίζει μέσα στο περίβλημα των παρελκόμενων κίνησης, όπου σαρώνεται από το στοιχείο σάρωσης της κύριας αντλίας λαδιού. Αυτό το λάδι οδηγείται στην έξοδο της εξωτερικής αντλίας σάρωσης και επιστρέφει από μια κοινή γραμμή με στο σύστημα εφοδιασμού του αεροσκάφους. Μια μαγνητική τάπα αποστράγγισης στο κάτω μέρος του περιβλήματος των παρελκόμενων κίνησης συλλέγει οποιαδήποτε μαγνητικά σωματίδια τα οποία προέρχονται εντός του περιβλήματος παρελκόμενων κίνησης, ή του περιβλήματος εισαγωγής αέρα. Η μαγνητική τάπα αποστράγγισης κοντά στην έξοδο της κύριας αντλίας σάρωσης συλλέγει μαγνητικά σωματίδια τα οποία προέρχονται από το διαχύτη, το τμήμα καύσης, ή το τμήμα στροβίλου.

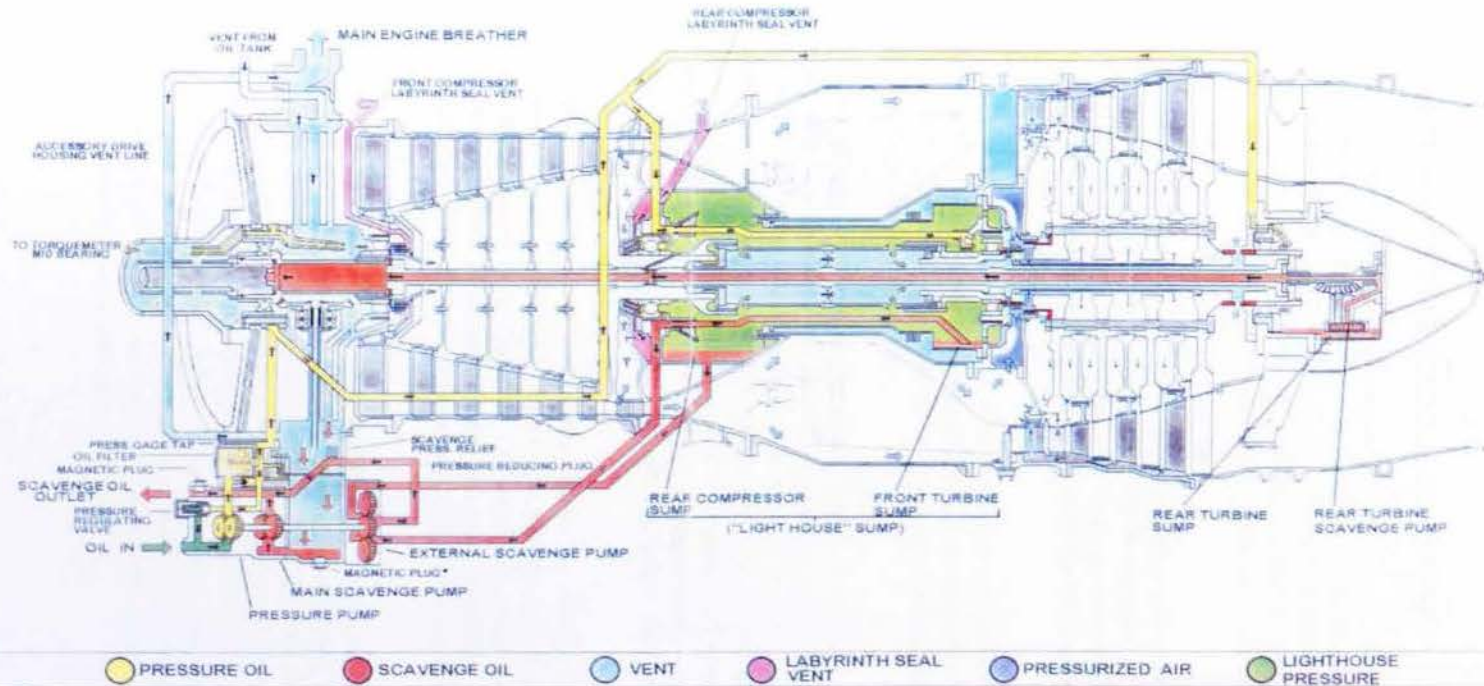
Μια εξαέρωση, τοποθετημένη στην κορυφή του περιβλήματος εισαγωγής αέρα, παρέχει το μέσον εξαερισμού ολόκληρου του κινητήρα με εξαίρεση το θερμό τμήμα.

Το οπίσθιο κάρτερ του συμπιεστή και η εμπρόσθια περιοχή κάρτερ του στροβίλου εξαερίζονται μέσω του άξονα σύζευξης στροβίλου και του άξονα του ρότορα στροβίλου στα αέρια εξαγωγής.

Το σύστημα λαδιού του τμήματος ισχύος προστατεύεται από την υπερβολική πίεση λαδιού από την βαλβίδα ανακούφισης της σάρωσης (scavenge relief valve), τη βαλβίδα παράκαμψης του φίλτρου (filter bypass valve), και τη βαλβίδα ρύθμισης της πίεσης (pressure regulating valve). Η βαλβίδα ανακούφισης σάρωσης αποτρέπει την υπερβολική πίεση αποφόρτισης της σάρωσης από τις αντλίες σάρωσης. Σε περίπτωση που το φίλτρο λαδιού έχει φράξει από ακαθαρσίες στο λάδι, η βαλβίδα παράκαμψης του φίλτρου θα ανοίξει για να αποφευχθεί η υπερβολική πίεση αποφόρτισης στην κύρια αντλία πίεσης.

# POWER SECTION OIL SYSTEM SCHEMATIC

T56/501D SERIES III ENGINES



Εικόνα 41 Σχηματική παράσταση του συστήματος λαδιού του τμήματος ισχύος

## ΣΤΕΓΑΣΗ ΠΑΡΕΛΚΟΜΕΝΩΝ ΚΙΝΗΣΗΣ ΚΑΙ ΑΝΤΛΙΑ ΛΑΔΙΟΥ

Η κύρια αντλία λαδιού του τμήματος ισχύος, που βρίσκεται στην πρόσοψη της συναρμογής στέγασης των παρελκόμενων κίνησης, ενσωματώνει τα στοιχεία πίεσης και σάρωσης. Το στοιχείο πίεσεως τροφοδοτείται από τη βαρύτητα από τη δεξαμενή λαδιού του αεροσκάφους. Λάδι με πίεση από την έξοδο του στοιχείου πίεσεως κατευθύνεται στο φίλτρο λαδιού, που βρίσκεται στην εμπρόσθια δεξιά πλευρά της συναρμογής στέγασης των εξαρτημάτων κίνησης.

Αν το φίλτρο είναι φραγμένο με ακαθαρσίες, με αποτέλεσμα η ελεύθερη ροή του λαδιού να περιορίζεται μέσα από το φίλτρο, η βαλβίδα παράκαμψης του φίλτρο θα επιτρέψει τη συνεχή ροή του λαδιού. Η βαλβίδα παράκαμψης τοποθετείται έτσι ώστε το άνοιγμα της θα εξασφαλίσει ότι δεν θα ρυπανθεί το φιλτραρισμένο στοιχείο, το οποίο δεν θα επιτρέψει την εισχώρηση ακαθαρσιών στο σύστημα λαδιού.

Μια βαλβίδα ελέγχου (check valve) τοποθετείται στο φίλτρο λαδιού για την πρόληψη των πλημμυρών του περιβλήματος των εξαρτημάτων κίνησης από το λάδι της δεξαμενής λαδιού όταν ο κινητήρας είναι εκτός λειτουργίας, αλλά και για να διατηρήσει λάδι στις γραμμές πίεσης κατά τον τερματισμό λειτουργίας του κινητήρα.

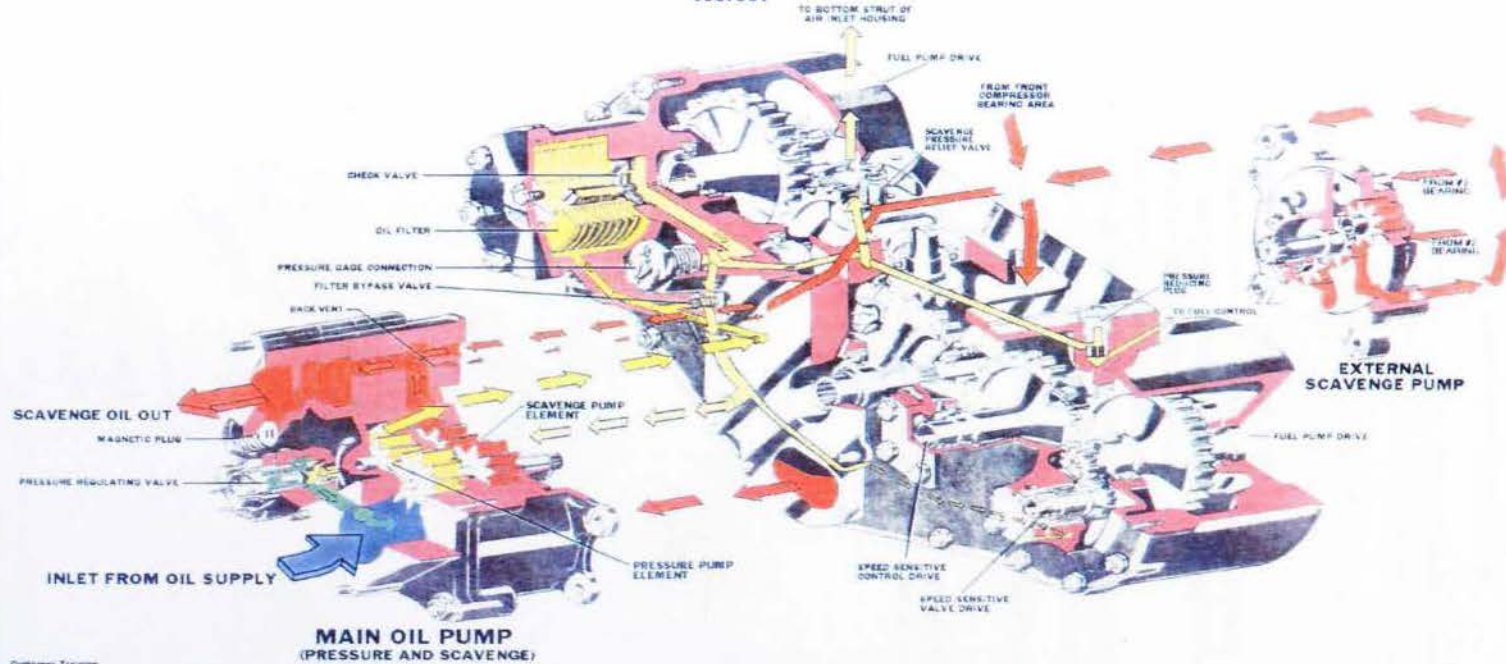
Όταν το λάδι εξέλθει του φίλτρου, στρέφεται σε δύο κύριες διόδους στο περίβλημα των παρελκόμενων κίνησης. Ένα πέρασμα οδηγεί στην βαλβίδα ρύθμισης της πίεσης, που είναι τοποθετημένη στην αντλία λαδιού και παρακάμπτει το λάδι στην είσοδο του στοιχείου πίεσης. Αυτή η βαλβίδα έχει ρυθμιζόμενο τομέα, και ρυθμίζει την πίεση του συστήματος λαδιού σε 50 έως 60 psi. Η άλλη διόδος τροφοδοτεί λάδι τη σύνδεση του μετρητή πίεσης, σε μία διόδο προς το περίβλημα εισαγωγής αέρα για τη λίπανση του τμήματος ισχύος, σε ένα βύσμα μείωσης πίεσης (pressure reducing plug) για τους οδηγούς τριβείς του ρυθμιστή καυσίμου.

Η εξωτερική αντλία σάρωσης, που βρίσκεται στην οπίσθια πλευρά της συναρμογής του περιβλήματος παρελκόμενων κίνησης, ενσωματώνει δύο στοιχεία σάρωσης άντλησης. Ένα στοιχείο αντλεί λάδι από το οπίσθιο κάρτερ του συμπιεστή. Το άλλο στοιχείο αντλεί λάδι από το εμπρόσθιο κάρτερ του στροβίλου. Η έξοδος των δύο στοιχείων παραδίδουν μέσω διάτρητων διόδων του περιβλήματος παρελκόμενων κίνησης στην διόδο λαδιού σάρωσης της κύριας αντλίας λαδιού.

Λάδι σάρωσης από το περίβλημα εισαγωγής αέρα και το περίβλημα παρελκόμενων κίνησης στραγγίζει στο κάτω μέρος του περιβλήματος παρελκόμενων κίνησης. Αυτό το λάδι περνά πάνω από μια μαγνητική τάπα αποστράγγισης και στην είσοδο του στοιχείου σάρωσης της κύριας αντλίας λαδιού. Η έξοδος του στοιχείου σάρωσης συνδέεται με το λάδι σάρωσης από την εξωτερική αντλία σάρωσης, και το λάδι επιστρέφει πάνω από τη μαγνητική τάπα και μέσω μιας εξωτερικής γραμμής στο σύστημα λαδιού του αεροσκάφους. Μία βαλβίδα εκτόνωσης πίεσης της σάρωσης έχει ενσωματωθεί στο περίβλημα παρελκόμενων κίνησης ως μέτρο ασφαλείας για να αποφευχθεί ρήξη σε σωλήνα σε περίπτωση που η έξοδος του συστήματος σάρωσης γίνει περιορισμένη και προκαλέσει υψηλή πίεση.

# ACCESSORY DRIVE HOUSING AND OIL PUMPS

T56/501



Customer Training



OIL SUPPLY FROM TANK



LUBRICATING OIL



LUBRICATING OIL, FILTERED



SCAVENGE OIL



BY-PASS OIL

## ΣΧΗΜΑΤΙΚΗ ΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΡΟΗΣ ΑΕΡΑ ΑΠΟΤΡΟΠΗΣ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΥ ΠΑΓΟΥ ΚΙΝΗΤΗΡΑ ΚΑΙ ΑΓΩΓΟΥ ΕΙΣΑΓΩΓΗΣ

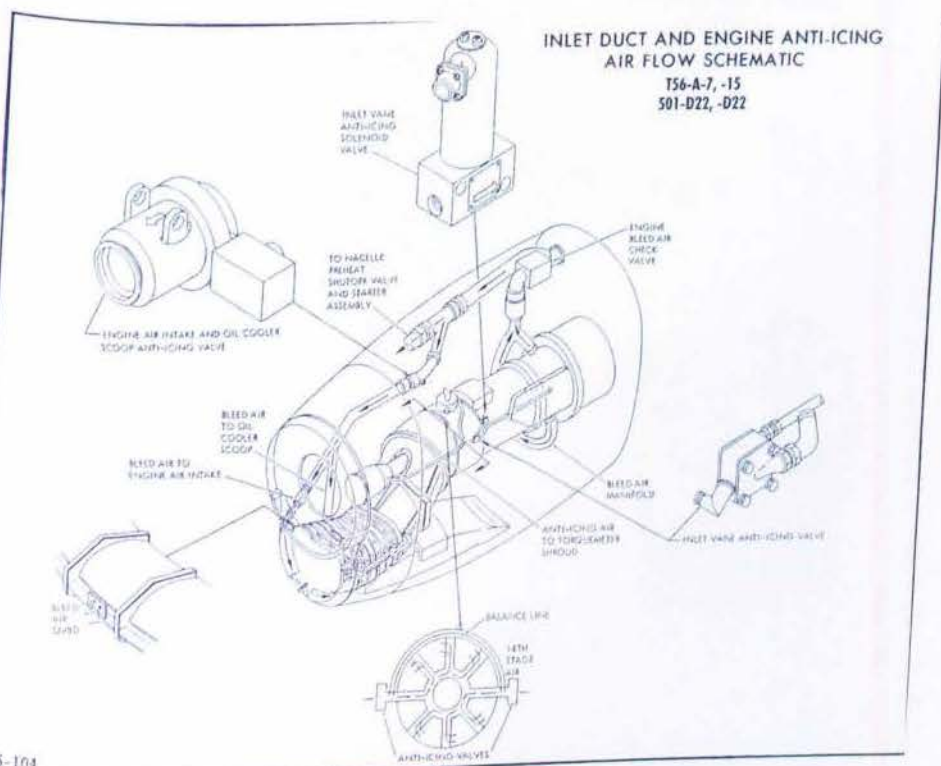
Ο αγωγός εισαγωγή αέρα της ατράκτου και η εισαγωγή του συμπιεστή του κινητήρα χρησιμοποιούν θερμό αέρα εξαέρωσης αποτροπής σχηματισμού πάγου από τους κινητήρες.

Τα εξαρτήματα της ατράκτου του αγωγού εισαγωγής του συστήματος αποτροπής σχηματισμού του πάγου είναι:

1. Η πολλαπλή του αέρα εξαέρωσης (bleed air manifold)
2. Η βαλβίδα ελέγχου αέρα εξαέρωσης του κινητήρα (bleed air check valve)
3. Η εισαγωγή αέρα του κινητήρα και η βαλβίδα αποτροπής σχηματισμού πάγου-ψύξης λαδιού (air intake and oil cooler scoop anti-icing valve)
4. Σωλήνα ψύξης εξαέρωσης αέρος-λαδιού (air to oil cooler tube)
5. Σωλήνα εισαγωγής αέρα εξαέρωσης προς τον κινητήρα (air to engine air intake tube)
6. Κάλυμμα σωλήνα αέρα αποτροπής σχηματισμού πάγου αέρος-μετρητή ροής

Τα εξαρτήματα του κινητήρα που είναι εγκατεστημένα στο σύστημα αποτροπής σχηματισμού πάγου είναι:

1. Δύο βαλβίδες αέρα αποτροπής σχηματισμού πάγου στο πτερύγιο εισαγωγής
2. Μία ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα αέρα αποτροπής σχηματισμού πάγου στο πτερύγιο εισαγωγής (engine inlet anti-icing solenoid valve)
3. Η γραμμή ισοροπίας (balance line)



T56-104

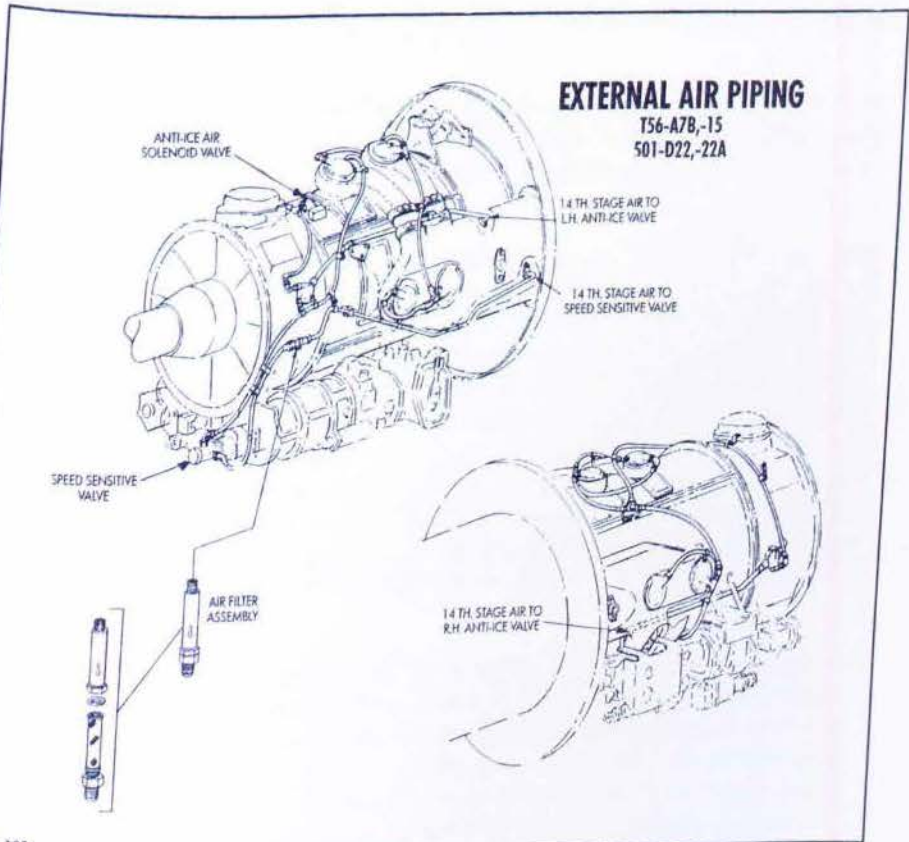
Εικόνα 43 Λεπτομερής απεικόνιση ροής αέρα αποτροπής σχηματισμού πάγου κινητήρα και αγωγού εισαγωγής

## ΕΞΩΤΕΡΙΚΕΣ ΣΩΛΗΝΩΣΕΙΣ ΑΕΡΑ

Οι εξωτερικές σωληνώσεις αέρα αποτελούνται από σωλήνες και εύκαμπτους σωλήνες που παρέχουν εξωτερικά αέρα από το συμπιεστή για το σύστημα αποτροπής σχηματισμού πάγου του κινητήρα και για το σύστημα της βαλβίδας επιτάχυνσης του αέρα εκροής του συμπιεστή.

Οι σωληνώσεις αποτροπής σχηματισμού πάγου του κινητήρα αποτελούνται από δύο σωλήνες για τις βαλβίδες αέρα αποτροπής σχηματισμού πάγου τροφοδοτούμενες από την 14<sup>η</sup> βαθμίδα (αριστερά και δεξιά), και εύκαμπτους σωλήνες από κάθε βαλβίδα αέρα μέχρι την ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα αέρα αποτροπής σχηματισμού πάγου. Η γραμμή ισορροπίας συνδέει επίσης την αριστερή και δεξιά πλευρά του συστήματος αποτροπής σχηματισμού πάγου του κινητήρα, περνώντας πάνω από την κορυφή του περιβλήματος εισαγωγής αέρα.

Οι σωληνώσεις της βαλβίδας επιτάχυνσης αέρα εκροής του συμπιεστή αποτελείται από μία σωλήνα μεταφοράς αέρα 14<sup>ης</sup> βαθμίδας στη βαλβίδα ευαισθησίας ταχύτητας, μία συναρμογή φίλτρου αέρα, και τις απαραίτητες εύκαμπτες σωλήνες της σύνδεσης της αποφόρτισης της βαλβίδας ευαισθησίας ταχύτητας στις 8 βαλβίδες αέρα εκροής του συμπιεστή.



Εικόνα 44 Λεπτομερής απεικόνιση εξωτερικών σωληνώσεων αέρα



## ΣΧΗΜΑΤΙΚΗ ΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΑΠΟΤΡΟΠΗΣ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΥ ΠΑΓΟΥ

Ο κινητήρας είναι εφοδιασμένος με ένα σύστημα αέρα αποτροπής σχηματισμού πάγου που παρέχει θερμό αέρα σε συγκεκριμένες περιοχές του κινητήρα που υπόκεινται στο σχηματισμό πάγου κατά την διάρκεια συνθηκών παγοποίησης. Αυτό το σύστημα είναι εντελώς ξεχωριστό και ανεξάρτητο των συστημάτων αποτροπής σχηματισμού πάγου ή αποπάωσης του αεροσκάφους. Η λειτουργία του συστήματος αποτροπής σχηματισμού πάγου του κινητήρα μπορεί να επιλέγεται με το χέρι ή να λειτουργεί αυτόματα.

Καθώς ο αέρας περνά μέσα από 14 βαθμίδες του συμπιεστή, συμπιέζεται σε μια αναλογία περίπου 9,5:1. Ως αποτέλεσμα αυτής της συμπίεσης, ο αέρας θερμαίνεται σημαντικά. Έτσι, ο αέρας αποφόρτισης του συμπιεστή, ο οποίος εξάγεται από το διαχύτη του συμπιεστή, είναι μια εξαιρετική πηγή ζεστού αέρα που απαιτείται από το σύστημα αποτροπής σχηματισμού πάγου του κινητήρα. Ο θερμός αέρας κατευθύνεται στις ακόλουθες θέσεις κατά τη διάρκεια της λειτουργίας αποτροπής σχηματισμού πάγου του κινητήρα:

1. Στις 6 ακτινικές δοκούς στήριξης του περιβλήματος εισαγωγής αέρα
2. Στην προστασία από το πάγο του αισθητήρα θερμοκρασίας αέρα εισαγωγής του συμπιεστή (CIT sensor anti-ice probe)
3. Στη συναρμογή, του πτερυγίου εισαγωγής του συμπιεστή, αποτροπής σχηματισμού πάγου (inlet guide vanes)
4. Στο κάτω μισό του καλύμματος στέγασης του μετρητή ροπής (torquemeter housing anti-icing shroud)

Το σύστημα αποτροπής σχηματισμού πάγου αποτελείται από μια ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα αποτροπής σχηματισμού πάγου, δύο συναρμογές βαλβίδων αέρα αποτροπής σχηματισμού πάγου, προσαρτημένες σωληνώσεις και εύκαμπτες γραμμές καθώς και τα απαραίτητα ηλεκτρικά κυκλώματα.

Η ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα αποτροπής σχηματισμού πάγου, τοποθετημένη κοντά στην εμπρόσθια κορυφή του περιβλήματος του συμπιεστή, χρησιμεύει ως ο κύριος έλεγχος του συστήματος αποτροπής σχηματισμού πάγου, γιατί ελέγχει τη θέση των δύο βαλβίδων αέρα αποτροπής σχηματισμού πάγου. Όταν η ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα ενεργοποιείται, δεν ρέει αέρας αποτροπής σχηματισμού πάγου. Όταν η ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα απενεργοποιείται, αέρας αποτροπής σχηματισμού πάγου ρέει προς τα εξαρτήματα του κινητήρα που απαιτούν ζεστό αέρα για να αποτραπεί ο σχηματισμός πάγου. Το σύστημα αυτό ονομάζεται fail-safe, διότι εξασφαλίζει ροή αέρα αποτροπής σχηματισμού πάγου σε περίπτωση βλάβης του συστήματος. Fail-safe σημαίνει ότι είναι πολύ καλύτερο να έχουμε ροή αέρα αποτροπής σχηματισμού πάγου ακόμη και αν δεν είναι απαραίτητο, από το να απαιτηθεί ροή αέρα αποτροπής σχηματισμού πάγου και να μην είναι σε θέση να το λάβει λόγω ηλεκτρικής βλάβης.

Μια βαλβίδα αέρα αποτροπής σχηματισμού πάγου είναι τοποθετημένη σε κάθε πλευρά του περιβλήματος εισαγωγής του αέρα. Σωλήνες αέρα αποτροπής σχηματισμού πάγου εξάγουν ζεστό αέρα από το διαχύτη και τον κατευθύνουν στις βαλβίδες αέρα αποτροπής σχηματισμού πάγου. Ο καυτός αέρας περνά μέσα από τις βαλβίδες, και κατευθύνεται σε εσωτερικές διάτρητες διόδους στο εξωτερικό κέλυφος του περιβλήματος εισαγωγής του αέρα. Από το εξωτερικό περίβλημα, ο αέρας αποτροπής σχηματισμού πάγου κατευθύνεται μέσα από τις

εσωτερικές διόδους στον αναστολέα σχηματισμού πάγου του αισθητήρα θερμοκρασίας στην εισαγωγή αέρα του συμπιεστή, στη συναρμογή αποτροπής σχηματισμού πάγου στα πτερύγια εισαγωγής αέρα του συμπιεστή στο δακτύλιο στο εξωτερικό χείλος, στη συναρμογή αποτροπής σχηματισμού πάγου στα πτερύγια εισαγωγής αέρα του συμπιεστή στο δακτύλιο στο εσωτερικό χείλος, και στις διάτρητες διόδους στην αιχμή των δύο οριζόντιων δοκών στήριξης σε ένα δακτύλιο αέρα σε εσωτερική οπή στο εσωτερικό κέλυφος του περιβλήματος της εισαγωγής αέρα.

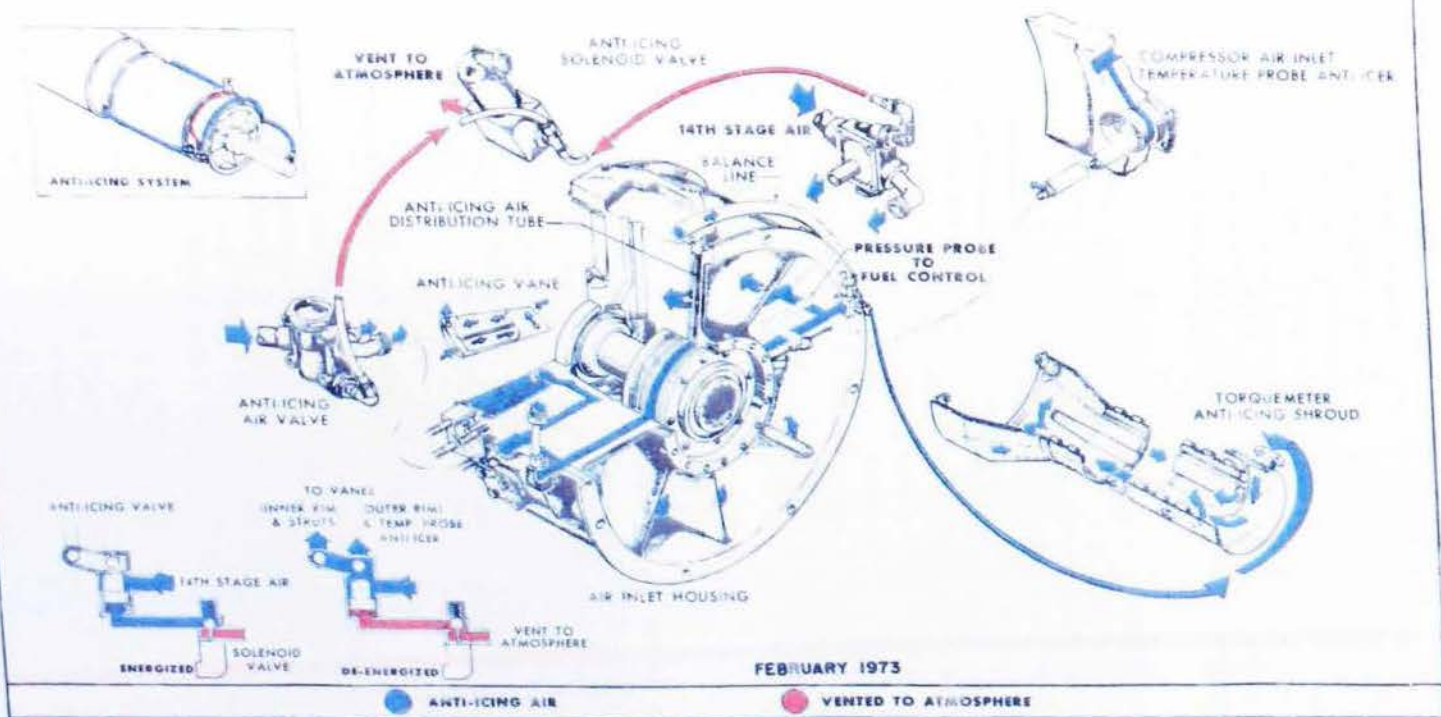
Αυτή η στεφάνη του αέρα στο εσωτερικό κέλυφος σχηματίζεται από το περίβλημα εισαγωγής αέρα και το περίβλημα επέκτασης του άξονα του συμπιεστή. Από την στεφάνη του αέρα στο εσωτερικό κέλυφος, ο αέρας αποτροπής σχηματισμού πάγου κατευθύνεται προς διάτρητες διόδους στις άλλες έξι ακτινικούς δοκούς στήριξης του περιβλήματος εισαγωγής αέρα. Σωλήνες αέρα αποτροπής σχηματισμού πάγου σε αυτούς τους έξι δοκούς στήριξης εξασφαλίζουν τη ροή του αέρα αποτροπής σχηματισμού πάγου διαμέσου ολόκληρου του μήκους των δοκών στήριξης. Ο αισθητήρας πίεσης στην εισαγωγή αέρα του συμπιεστή στην αριστερή οριζόντια δοκό στήριξης του περιβλήματος εισαγωγής αέρα αποτρέπει τον σχηματισμό πάγου από τη θερμότητα που άγεται μέσω της δοκού στήριξης και του εξωτερικού του ίδιου του αισθητήρα.

Ο θερμός αέρας, κατευθύνεται προς το εσωτερικό και το εξωτερικό δακτύλιο του συγκροτήματος αποτροπής σχηματισμού πάγου των πτερυγίων της εισαγωγής αέρα του συμπιεστή, ρέει μέσα στα πτερύγια και στις δύο πλευρές ενός διαχωριστή που διατρέχει όλο το μήκος του πτερυγίου. Ο αέρας εξέρχεται μέσα από τρύπες στις αεροτομές και στα δύο άκρα.

Μια εξωτερική ευέλικτη γραμμή ισορροπίας συνδέει τις δύο πλευρές του περιβλήματος εισαγωγής αέρα για να εξισώσει τις πιέσεις και να διασφαλιστεί την ίση κατανομή του αέρα αποτροπής σχηματισμού πάγου. Μία εύκαμπτη γραμμή, συνδεδεμένη στην αριστερή πλευρά του εξαρτήματος γραμμής ισορροπίας, κατευθύνει τον αέρα αποτροπής σχηματισμού πάγου στο κάτω μισό του καλύμματος του περιβλήματος του μετρητή ροής.

# ANTI-ICING SYSTEM SCHEMATIC

501-D22, -D22A  
T56-A-7, -15



Εικόνα 45 Σχηματική παράσταση συστήματος αποτροπής σχηματισμού πάγου

## **(ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΗ) ΣΧΗΜΑΤΙΚΗ ΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΕΚΡΟΗΣ ΑΕΡΑ**

Το τμήμα ισχύος χρησιμοποιεί ένα σχετικά απλό σύστημα εκροής αέρα για να «αποφορτίσει» το συμπιεστή κατά την κρίσιμη λειτουργία της επιτάχυνσης στροφών (rpm). Η κύρια ανάγκη για το σύστημα, ως εκ τούτου, είναι η επιτάχυνση rpm κατά τη διάρκεια ενός κύκλου εκκίνησης. Η λειτουργία του συστήματος είναι να αυξήσει τη ταχύτητα του αέρα μέσα από το συμπιεστή, όταν η ταχύτητα του ρότορα είναι χαμηλή (μικρότερη από 94% rpm). Με την υψηλότερη ταχύτητα του αέρα πάνω από τα πτερύγια του ρότορα του συμπιεστή και τις αεροτομές των πτερυγίων του στάτορα, η πιθανότητα ο συμπιεστής να βρεθεί σε κατάσταση surge και stall αποφεύγεται.

Οκτώ πνευματικές βαλβίδες εκροής αέρα συμπιεστή βρίσκονται γύρω από το περίβλημα του συμπιεστή. Τέσσερις από αυτές τις βαλβίδες είναι τοποθετημένες στις πολλαπλές πάνω από τη 5<sup>η</sup> βαθμίδα του συμπιεστή, και τέσσερις στις πολλαπλές πάνω από τη 10<sup>η</sup> βαθμίδα του συμπιεστή. Συλλέκτες πολλαπλών γύρω από τις βαλβίδες εκροής κατευθύνουν τον αέρα κατάθλιψης μέσω του αντιπυρικού τείχους. Εύκαμπτες γραμμές αέρα συνδέουν την κυλινδρική (εξωτερικά) πλευρά του καθενός από τις οκτώ βαλβίδες εκροής αέρα σε μία βαλβίδα που ενεργοποιείται με rpm. Αυτή η βαλβίδα ευαισθησίας ταχύτητας (rpm) λαμβάνει φίλτραρισμένη πίεση κατάθλιψης του συμπιεστή (CDP) μέσω μιας γραμμής από το διαχύτη. Ελέγχει κατά πόσον οι βαλβίδες εκροής είναι ανοικτές ή κλειστές με την εφαρμογή είτε ατμοσφαιρικής είτε πίεσης κατάθλιψης συμπιεστή στους κυλίνδρους των οκτώ βαλβίδων εκροής. Το σύστημα επιτρέπει στις βαλβίδες επιτάχυνσης εκροής να ανοίξουν, όταν οι στροφές του κινητήρα είναι λιγότερες από το 94% (13.000 rpm), και τις αναγκάζει να κλείσουν όταν ο αριθμός στροφών του είναι πάνω από 94%.

### **ΛΙΓΟΤΕΡΕΣ ΑΠΟ ΤΟ 94% (13.000) RPM**

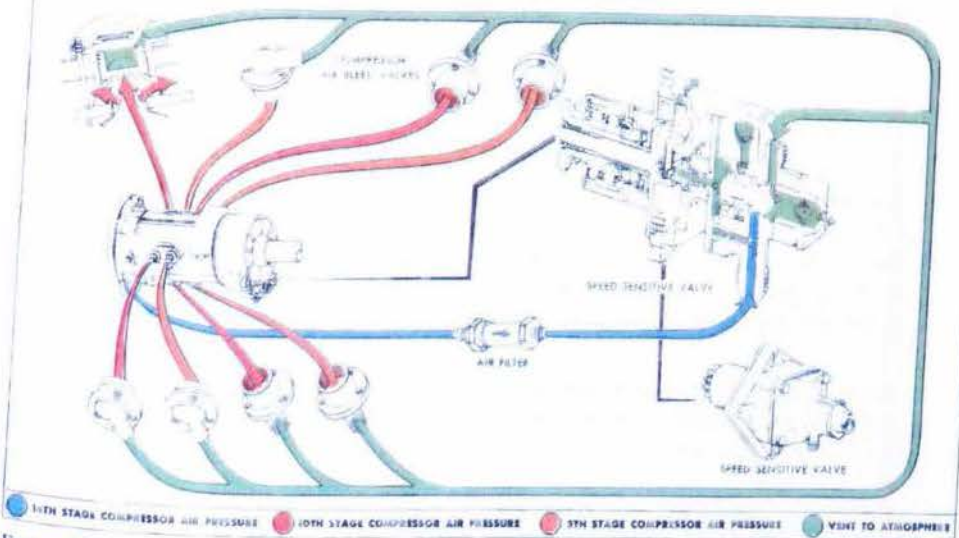
Η θέση της βαλβίδας ευαισθησίας ταχύτητας είναι μία συνάρτηση των στροφών του κινητήρα. Όταν οι σ.α.λ. είναι λιγότερες από 94%, η βαλβίδα ευαισθησίας ταχύτητας τοποθετείται έτσι ώστε το εξωτερικό ή η κυλινδρική περιοχή όλων των οκτώ βαλβίδων εκροής να εξαερώνονται στην ατμοσφαιρική πίεση. Δεδομένου ότι η πίεση κατά την 5<sup>η</sup> και 10<sup>η</sup> βαθμίδα του συμπιεστή είναι μεγαλύτερη από την ατμοσφαιρική, οι βαλβίδες εκροής αναγκάζονται να παραμείνουν ανοικτές επιτρέποντας στον αέρα να εξαερώνεται από το συμπιεστή.

### **ΠΕΡΙΣΣΟΤΕΡΕΣ ΑΠΟ ΤΟ 94% (13.000) RPM**

Όταν οι σ.α.λ. ξεπερνούν το 94%, η βαλβίδα ευαισθησίας ταχύτητας τοποθετείται έτσι ώστε να κλείσει τον εξαερισμό στην ατμόσφαιρα και οδηγή την πίεση κατάθλιψης του συμπιεστή της 14<sup>ης</sup> βαθμίδας (CDP) στις κυλινδρικές περιοχές των οκτώ βαλβίδων εκροής του συμπιεστή. Δεδομένου ότι η πίεση της 14<sup>ης</sup> βαθμίδας είναι μεγαλύτερη από της 5<sup>ης</sup> ή της 10<sup>ης</sup> βαθμίδας πίεση, οι βαλβίδες εκροής αέρα του συμπιεστή κλείνουν και πλέον δεν εξάγεται αέρας από το συμπιεστή.

## AIR BLEED SYSTEM SCHEMATIC

OPERATION AT LESS THAN 94% 13000 RPM



Εικόνα 46 Σχηματική παράσταση συστήματος εκροής αέρα

### ΣΧΗΜΑΤΙΚΗ ΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΒΑΛΒΙΔΑΣ ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ

Η βαλβίδα ευαισθησίας ταχύτητας είναι ένα αισθητήρας rpm φυγοκεντρικής ενεργοποίησης, ελέγχου πίεσης του αέρα, σερβοβαλβίδα. Χρησιμοποιείται για να κλείσει και να ανοίξει εκ νέου τις οκτώ βαλβίδες εκροής αέρα στο συμπιεστή. Αυτό το επιτυγχάνει με την κίνηση μίας παλινδρομικής βαλβίδας που κλείνει ή ανοίγει μια ατμοσφαιρική θύρα εξερισμού.

### ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ

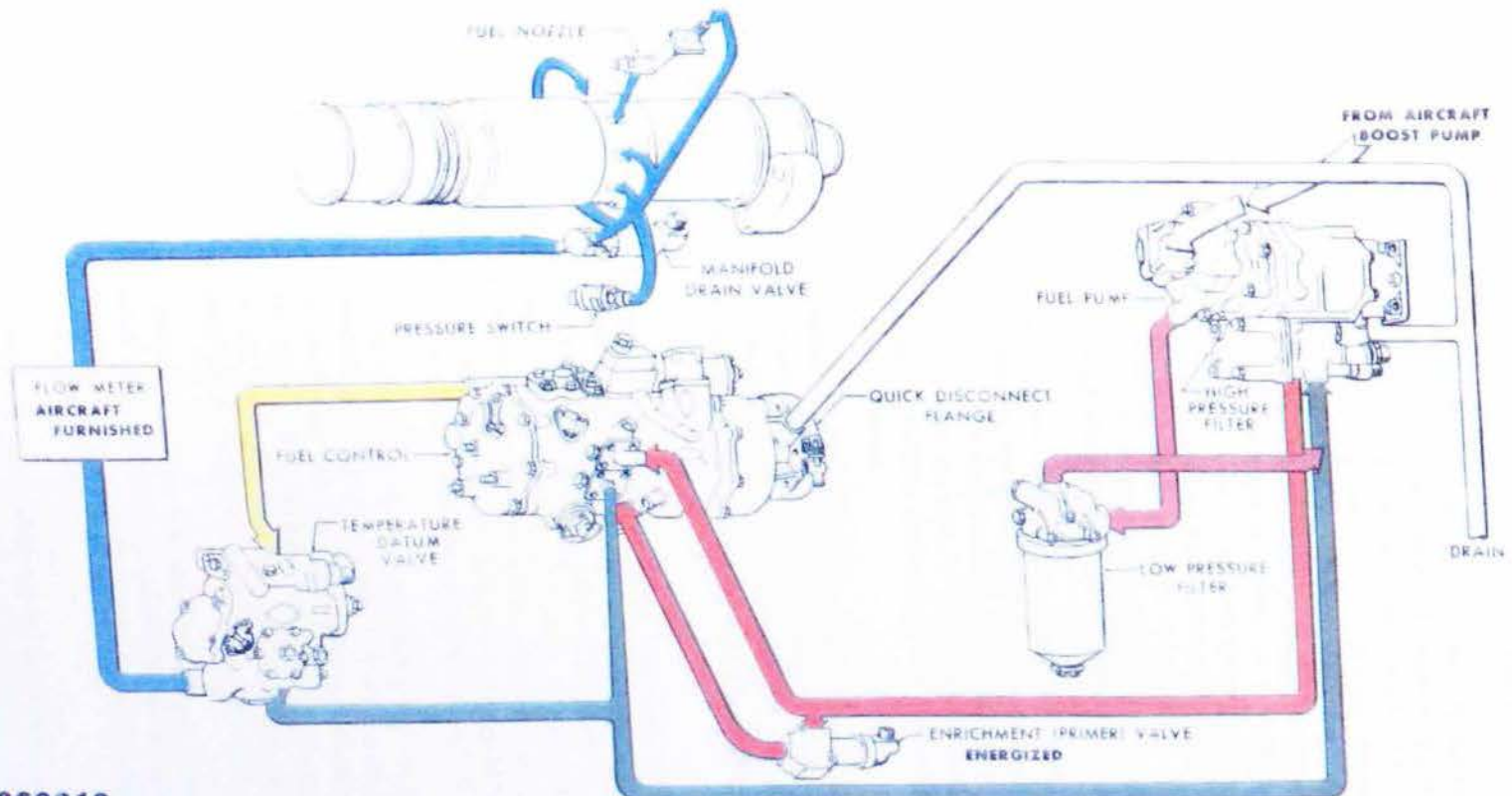
Αυτό το βασικό διάγραμμα του συστήματος καυσίμου δείχνει τα εξαρτήματα του συστήματος καυσίμου και τη ροή του καυσίμου μεταξύ των εξαρτημάτων:

- **Συναρμογή της αντλίας καυσίμου (fuel pump):** Η αντλία καυσίμου κινούμενη από τον κινητήρα δέχεται το καύσιμο από το αεροσκάφος / Quick Engine Change σε μια θύρα πίσω δεξιά της αντλίας. Μια αντλία ώθησης μέσα στην αντλία καυσίμου παρέχει καύσιμο στο φίλτρο χαμηλής πίεσης καυσίμου.
- **Φίλτρο χαμηλής πίεσης καυσίμου (low pressure fuel filter):** Το 10-μικρών φίλτρο καυσίμου καθαρίζει το καύσιμο που τροφοδοτεί τις αντλίες υψηλής πίεσης.
- **Συναρμογή φίλτρου υψηλής πίεσης καυσίμου (high pressure fuel filter):** Αυτό η συναρμογή συνδέεται με το κάτω μέρος της αντλίας καυσίμου. Κατευθύνει χαμηλής πίεσης φιλτραρισμένο καύσιμο στις αντλίες υψηλής πίεσης και στεγάζει το 33 μικρών φίλτρο υψηλής πίεσης καυσίμου, που καθαρίζει το καύσιμο καθώς εξέρχεται από τις αντλίες υψηλής πίεσης.
- **Ρυθμιστής καυσίμων (fuel control):** Ο ρυθμιστής καυσίμου λαμβάνει υψηλής πίεσης φιλτραρισμένο καύσιμο μέσω μιας θύρας στο δεξιό κέντρο του ρυθμιστή. Η

περίσσεια καυσίμου, που είναι γνωστό ως καύσιμο παράκαμψης, εξέρχεται από τον ρυθμιστή καυσίμων μέσω μίας θύρας ακριβώς κάτω από την θύρα εισόδου. Ο ρυθμιστής καυσίμων έχει σχεδιαστεί για να παρέχει μια μετρημένη ροή όγκου καυσίμου 120% των απαιτήσεων του κινητήρα με βάση των τεσσάρων προϋποθέσεων εισαγωγής του κινητήρα. Το μετρημένο καύσιμο εξέρχεται από τον ρυθμιστή καυσίμων από το πάνω αριστερό οπίσθιο μέρος του ρυθμιστή.

- **Βαλβίδα στοιχείων θερμοκρασίας (temperature datum valve):** Η βαλβίδα στοιχείων θερμοκρασίας (TD) περιορίζει τη διορθωμένη ροή καυσίμου προς τον κινητήρα με βάση τη θερμοκρασία εισόδου του στροβίλου (TIT). Αν δεν απαιτείται περιορισμός, ο διορθωμένος όγκος των καυσίμων θα είναι 100% των αναγκών του κινητήρα. Η περίσσεια καυσίμου δεν απαιτείται από τον κινητήρα, που είναι γνωστή ως καύσιμο παράκαμψης, εξέρχεται από το TD βαλβίδα στο κάτω μέρος, ενώνεται με το καύσιμο παράκαμψης από τον ρυθμιστή καυσίμων, και επιστρέφει στην είσοδο των αντλιών καυσίμου υψηλής πίεσεως. Το διορθωμένο καύσιμο ρέει από τη βαλβίδα TD στον πομπό ροόμετρο του καυσίμου.
- **Πομπός ροόμετρου καυσίμου (fuel flow meter transmitter):** Αυτός ο πομπός μετρά τη ροή καυσίμου στην πολλαπλή καυσίμου του κινητήρα για την ένδειξη στο θάλαμο διακυβέρνησης. Ο πομπός ροόμετρο είναι τοποθετημένος στον κινητήρα, αλλά είναι εξοπλισμός του αεροσκάφους.
- **Πολλαπλή βαλβίδα αποστράγγισης (Manifold drain valve):** Αυτή η βαλβίδα κατευθύνει τη διορθωμένη ροή του καυσίμου στο ακροφύσιο της πολλαπλής καυσίμου και στραγγίζει την πολλαπλή από το υπολειπόμενο καύσιμο κατά τον τερματισμό λειτουργίας του κινητήρα.
- **Ακροφύσια καυσίμων (fuel nozzles):** Έξι ακροφύσια καυσίμων ψεκάζουν τη διορθωμένη ροή καυσίμου μέσα στους θαλάμους καύσης του κινητήρα.
- **Βαλβίδα εμπλουτισμού και διακόπτης πίεσης (enrichment valve and pressure switch):**
  - Η βαλβίδα εμπλουτισμού παρέχει πρόσθετη ροή καυσίμου για ειδικές συνθήκες εκκίνησης του κινητήρα. Όταν ενεργοποιείται ανοίγει, επιτρέπει υψηλής πίεσης καύσιμο να παρακάμψει το τμήμα ρύθμισης του ρυθμιστή καυσίμων.
  - Ο διακόπτης πίεσης απενεργοποιεί το κύκλωμα της βαλβίδας εμπλουτισμού όταν η πολλαπλή καυσίμου φτάσει τα 50 psi, κάνοντας τη βαλβίδα εμπλουτισμού να κλείσει.
- **Αποστραγγίσεις (drains):** Οι τρεις συνδέσεις αποστράγγισης παρέχονται όπως φαίνεται από τις πράσινες γραμμές αποστράγγισης QEC.

## FUEL SYSTEM SCHEMATIC



860918

ENGINE DRIVEN  
BOOST FUELHIGH PRESSURE  
FILTERED FUEL

METERED FUEL

LOW PRESSURE  
FILTERED FUELCORRECTED  
FUEL

BY-PASS

DRAIN

## ΣΧΗΜΑΤΙΚΗ ΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ

Καύσιμο παρέχεται από το σύστημα καυσίμου του αεροσκάφους προς την είσοδο της συναρμογής της αντλίας καυσίμου που κινείται από τον κινητήρα. Η συναρμογή της αντλίας καυσίμου αποτελείται από μια αντλία ώθησης και δύο αντλίες τύπου γρναζιού. Οι αντλίες καυσίμου τοποθετούνται είτε σε σειρά είτε παράλληλα με την ηλεκτρικά ελεγχόμενη παράλληλη βαλβίδα (parallel valve) η οποία είναι τοποθετημένη στη συναρμογή του φίλτρου υψηλής πίεσης καυσίμου. Η έξοδος της αντλίας ώθησης παραδίδεται στη συναρμογή του φίλτρου καυσίμου χαμηλής πίεσης, το οποίο φιλτράρει το καύσιμο και το παραδίδει στη συναρμογή του φίλτρου καυσίμου υψηλής πίεσης, όπου κατευθύνεται προς τις εισόδους των δύο αντλιών τύπου γρναζιού. Η έξοδος των δύο αντλιών τύπου γρναζιού φιλτράρεται από το φίλτρο υψηλής πίεσης καυσίμου. Ένας διακόπτης πίεσης στη συναρμογή του φίλτρου καυσίμου της υψηλής πίεσης ολοκληρώνει ένα ηλεκτρικό κύκλωμα ένδειξης της αντλίας καυσίμου στο θάλαμο διακυβέρνησης για προειδοποίηση πρωτογενούς βλάβης της αντλίας.

Καύσιμο που εξέρχεται από το φίλτρο καυσίμου υψηλής πίεσης εισέρχεται στον ρυθμιστή καυσίμου και ρέει μέσα από το τμήμα ρύθμισης καυσίμου. Εδώ ο όγκος του καυσίμου έχει διορθωθεί σε 120% της ζήτησης του κινητήρα. Η διόρθωση αυτή είναι για τις rpm, τη θέση του γκαζιού, και τις παραλλαγές της πυκνότητας του αέρα. Το καύσιμο μπορεί επίσης να εισάγετε στον ρυθμιστή καυσίμων μέσω της βαλβίδας εμπλουτισμού και παρακάμπτει το τμήμα ρύθμισης για τη λειτουργία του εμπλουτισμού.

Ο ρυθμιστής καυσίμου παρέχει μετρημένο καύσιμο στη βαλβίδα στοιχείων θερμοκρασίας, η οποία παρέχει περαιτέρω διόρθωση της ροής καυσίμου. Η βαλβίδα στοιχείων θερμοκρασίας είναι μέρος του συστήματος περιορισμού του καυσίμου, και η διόρθωση ροής καυσίμου που γίνεται από τη βαλβίδα στοιχείων θερμοκρασίας καθορίζεται από τον ελεγκτή στοιχείων της θερμοκρασίας ή ενισχυτή.

Το σύστημα περιορισμού του καυσίμου αντισταθμίζει τις μεταβολές στην πυκνότητα του καυσίμου καθώς και του περιεχομένου του σε British thermal unit. Η βαλβίδα στοιχείων θερμοκρασίας, η οποία δέχεται περισσότερο καύσιμο από τον ρυθμιστή καυσίμου από αυτό που παραδίδει στην πολλαπλή καυσίμου, πάντα παρακάμπτει καύσιμο. Η ποσότητα του καυσίμου που παρακάμπτεται καθορίζεται από τη θέση μίας βελόνας ελέγχου παράκαμψης, που ποικίλλει σε απόκριση από ένα ηλεκτρικό σήμα από τον έλεγχο στοιχείων θερμοκρασίας (ενισχυτή). Ο ενισχυτής καθορίζει αυτό το ηλεκτρικό σήμα από την παρακολούθηση TIT.

Ροή του καυσίμου από τη βαλβίδα στοιχείων θερμοκρασίας παραδίδεται στην πολλαπλή καυσίμου μέσω ενός ροόμετρου εγκατεστημένου στο αεροσκάφος. Η πολλαπλή καυσίμου διανέμει καύσιμο σε έξι ακροφύσια που ψεκάζουν και εγχέουν το καύσιμο αυτό μέσα στο εμπρόσθιο άκρο των έξι θαλάμων καύσης. Μία βαλβίδα αποστράγγισης πολλαπλής, βρίσκεται στο χαμηλότερο σημείο της πολλαπλής καυσίμου, χρησιμοποιείται για την αποστράγγιση της πολλαπλής καυσίμου κατά τον τερματισμό λειτουργίας του κινητήρα.

Κατά τη διάρκεια της εκκίνησης του κινητήρα, είναι επιθυμητό να γεμίσει η πολλαπλή καυσίμου γρήγορα, έτσι ώστε μία αρχική υψηλή πίεση στα ακροφύσια καυσίμου θα επιτρέψει στα ακροφύσια να ψεκάσουν καλύτερα το καύσιμο. Αυτό εξασφαλίζει ταχύτερη διακοπή σπινθηρισμού κατά τη διάρκεια εκκίνησης του κινητήρα.

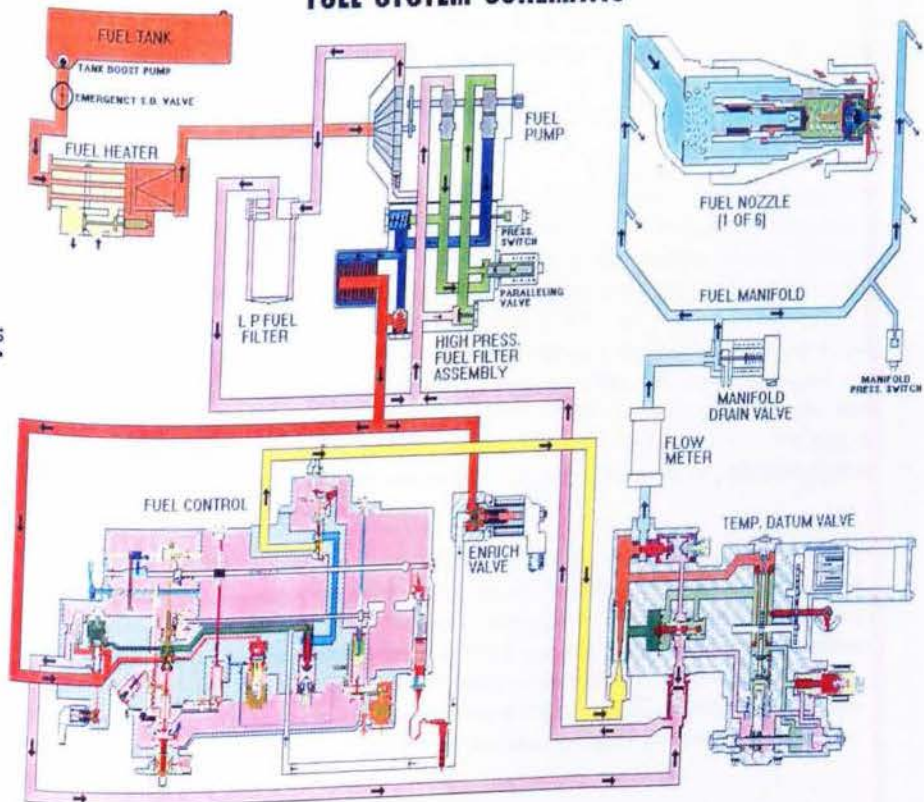
Η πρωτοβάθμια και δευτεροβάθμια αντλία καυσίμων τοποθετούνται παράλληλα κατά τη διάρκεια μιας έναρξης για να εξασφαλίσουν επαρκή ροή καυσίμου για να γεμίσει η πολλαπλή



καυσίμου με ταχείς ρυθμούς. Εάν μια πρώτη προσπάθεια δεν είναι επιτυχής, το πρόσθετο καύσιμο μπορεί να παραδοθεί στη πολλαπλή καυσίμου στην επόμενη προσπάθεια εκκίνησης χρησιμοποιώντας το σύστημα εμπλουτισμού. Αν το σύστημα εμπλουτισμού είναι οπλισμένο, η βαλβίδα εμπλουτισμού θα ανοίξει στο 16% (2200) των στροφών ανά λεπτό λόγω της λειτουργίας του ελέγχου ευαισθησίας της ταχύτητας και του ρελέ ανάφλεξης (ignition relay). Όταν η πίεση στην πολλαπλή καυσίμου υπερβαίνει τα 50 psi, ένας διακόπτης πίεσης συνδεδεμένος με τη πολλαπλή καυσίμου ανοίγει ένα ηλεκτρικό κύκλωμα, το οποίο προκαλεί η βαλβίδα εμπλουτισμού να κλείσει. Όταν η βαλβίδα εμπλουτισμού είναι ανοικτή, καύσιμο θα ρέει διαμέσου αυτής προς την αντίθετη πλευρά της βαλβίδας ελέγχου διακοπής καυσίμου. Λειτουργικά, η βαλβίδα εμπλουτισμού λειτουργεί παράλληλα με το μετρητικό τμήμα του ρυθμιστή καυσίμου.

Καύσιμο, παρακάμπτεται από τον ρυθμιστή καυσίμου και την βαλβίδα στοιχείων της θερμοκρασίας, επιστρέφεται στη συναρμογή της αντλίας καυσίμου μέσω της συναρμογής του φίλτρου καυσίμου υψηλής πίεσης. Οποιαδήποτε διαρροή καυσίμου μετά τις στεγανοποιήσεις της συναρμογής της αντλίας καυσίμου και του ρυθμιστή καυσίμου αποστραγγίζεται εκτός του αεροσκάφους μέσω μίας κοινής πολλαπλής.

## FUEL SYSTEM SCHEMATIC



Εικόνα 48 Σχηματική παράσταση συστήματος καυσίμου

## ΔΙΑΦΟΡΑ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ

Τα διάφορα εξαρτήματα που περιλαμβάνονται στο σύστημα καυσίμου είναι:

1. Βαλβίδα εμπλουτισμού καυσίμου (fuel enrichment valve)
2. Διακόπτης πίεσης εμπλουτισμού καυσίμου (fuel enrichment pressure switch)
3. Βαλβίδα αποστράγγισης καυσίμου πολλαπλής (fuel manifold drain valve)
4. Βαλβίδες αποστράγγισης καυστήρα (2) (burner drain valves)

Η βαλβίδα εμπλουτισμού καυσίμου χρησιμοποιείται όταν απαιτείται να γεμίσει τη πολλαπλή καυσίμου γρήγορα κατά την εκκίνηση του κινητήρα. Το σύστημα εμπλουτισμού πρέπει να οπλιστεί χειροκίνητα από το πλήρωμα πτήσης πριν από την έναρξη. Η βαλβίδα εμπλουτισμού λειτουργεί παράλληλα με την βαλβίδα μέτρησης του ρυθμιστή καυσίμου. Αυτό επιτρέπει επιπλέον καύσιμο να προστεθεί στη ροή στην πολλαπλή καυσίμου όταν η βαλβίδα εμπλουτισμού είναι ανοικτή. Η βαλβίδα είναι τοποθετημένη στο οπίσθιο μέρος της εξωτερικής αντλίας σάρωσης λαδιού στο οπίσθιο κέντρο του περιβλήματος των παρελκόμενων κίνησης. Η ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα εμπλουτισμού είναι υποβοηθούμενη από τη πίεση του καυσίμου, όπως και η παράλληλη βαλβίδα. Ωστόσο, αυτή είναι ενεργοποιημένη ανοικτή, απενεργοποιημένη κλειστή (επίσης γνωστή ως "κανονικά κλειστή" ηλεκτρικά).

Εάν το σύστημα εμπλουτισμού επιλεγεί από το πλήρωμα πτήσης, η βαλβίδα εμπλουτισμού θα ενεργοποιηθεί ανοικτή στο 16% των rpm. Η βαλβίδα θα πρέπει να απενεργοποιείται κλειστή όταν η πίεση της πολλαπλής καυσίμου υπερβαίνει τα 50 psi. Αυτό ανιχνεύεται από τον διακόπτη πίεσης εμπλουτισμού καυσίμου που σταθμίζεται στην πολλαπλή καυσίμου. Όταν αυτός ο διακόπτης ανοίγει από την πίεση του καυσίμου, διακόπτει το κύκλωμα με την ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα εμπλουτισμού. Η βαλβίδα εμπλουτισμού είναι ανοικτή μόνο για λίγα δευτερόλεπτα όταν χρησιμοποιείται.

Η βαλβίδα αποστράγγισης πολλαπλής καυσίμου στραγγίζει το υπολειπόμενο καύσιμο από την πολλαπλή κατά το σβήσιμο του κινητήρα. Βρίσκεται στο κάτω μέρος της πολλαπλής καυσίμου και στερεώνονται στο βραχίονα στήριξης της βαλβίδας στοιχείων θερμοκρασίας. Η βαλβίδα αποστράγγισης είναι αρχικά ανοικτή κατά τη διάρκεια της εκκίνησης του κινητήρα. Όταν στροφές του κινητήρα φτάσουν το 16% (2200), η βαλβίδα αποστράγγισης ενεργοποιείται κλειστή. Καθώς αυξάνεται η πίεση καυσίμου της πολλαπλής, η υδραυλική πίεση στη βαλβίδα θα την διατηρεί κλειστή. Αυτό επιτρέπει την απενεργοποίηση της ηλεκτρομαγνητικής βαλβίδας αποστράγγισης στο 65% (9000) των στροφών ανά λεπτό κατά τη διάρκεια της εκκίνησης. Κατά τη διάρκεια της διακοπής λειτουργίας του κινητήρα, η βαλβίδα αποστράγγισης είναι εκ νέου ανοικτή από ένα ελατήριο μέσα στη βαλβίδα όταν η πίεση της πολλαπλής πέσει κάτω από 10 psi.

Οι δύο βαλβίδες αποστράγγισης του καυστήρα αποστραγγίζουν τυχόν υπολείμματα καυσίμου που μπορεί να έχουν λιμνάσει στο κάτω μέρος του εξωτερικού περιβλήματος καύσης κατά τον τερματισμό λειτουργίας ή μετά από μια αποτυχημένη εκκίνηση. Οι δύο βαλβίδες τοποθετούνται εμπρόσθια και οπίσθια στην κεντρική γραμμή του πυθμένα του εξωτερικού περιβλήματος καύσεως. Κάθε βαλβίδα είναι ανοικτή με ελατήριο και είναι κλειστή από μία εσωτερική πίεση αέρα από 2 έως 4 psi πάνω από την πίεση του περιβάλλοντος αέρα. Κατά τη διάρκεια διακοπής λειτουργίας του κινητήρα, οι βαλβίδες ανοίγουν εκ νέου από τη δύναμη του ελατηρίου για την αποστράγγιση.

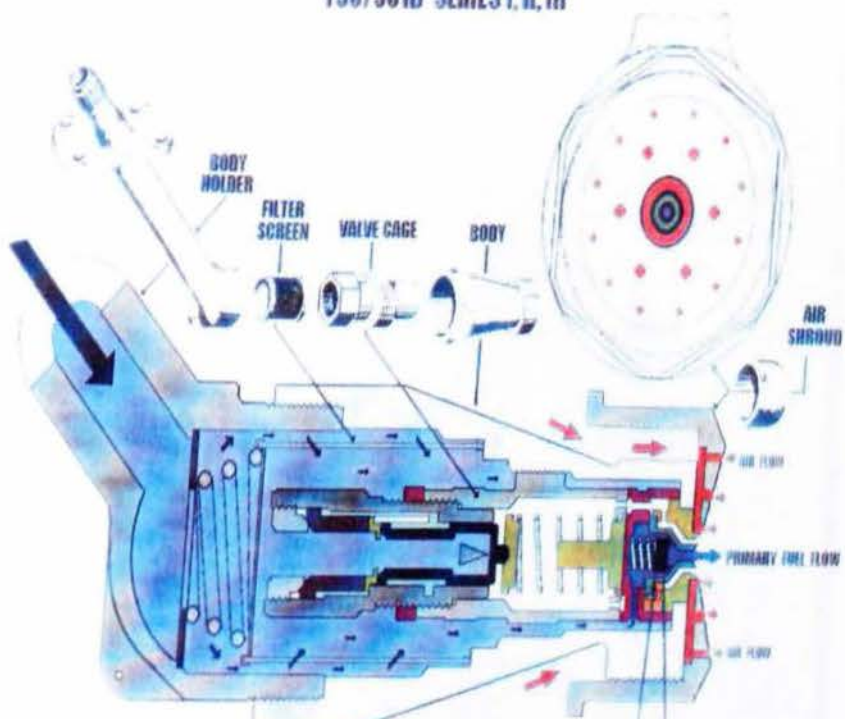
## ΑΚΡΟΦΥΣΙΑ ΚΑΥΣΙΜΟΥ

Ο κινητήρας έχει έξι μονής εισόδου, διπλής εσοχής ακροφύσια καυσίμου. Κάθε ένα ασφαλίζεται στο διαχύτη του συμπιεστή και εκτείνεται μέσα στο εμπρόσθιο άκρο του θαλάμου καύσης. Μια πολλαπλή καυσίμου παρέχει καύσιμο στα ακροφύσια, τα οποία το νεφελοποιούν και ψεκάζουν το καύσιμο στο θάλαμο καύσης.

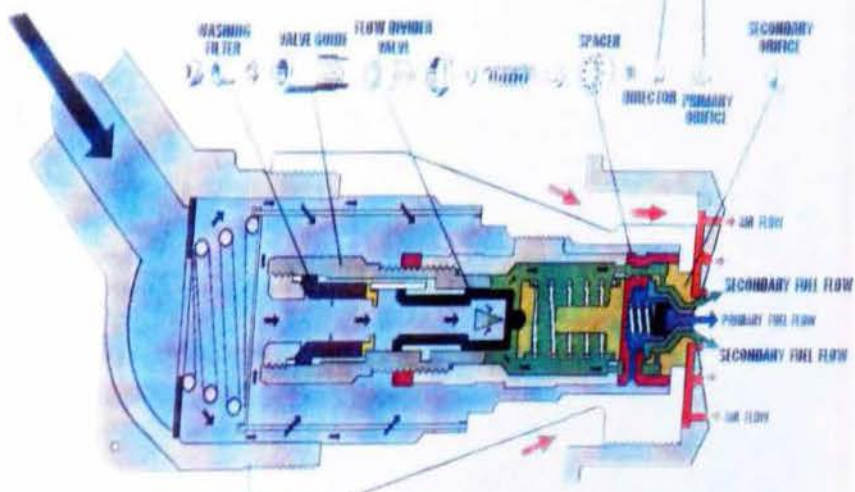
Τα ακροφύσια καυσίμων πρέπει να νεφελοποιήσουν σωστά και να ψεκάσουν το καύσιμο σε όλες τις κλίμακες της ροής καυσίμου από την εκκίνηση μέχρι τη μέγιστη ισχύ. Αυτό επιτυγχάνεται με τη βοήθεια του σχεδιασμού ακροφυσίου διπλού στομίου. Το πρωτεύον στόμιο καυσίμου λαμβάνει καύσιμο σε κάθε πίεση της πολλαπλής καυσίμου, αλλά το δευτερεύον στόμιο λαμβάνει μόνο καύσιμο όταν η πίεση της πολλαπλής καυσίμου υπερβαίνει μία προκαθορισμένη τιμή.

# FUEL NOZZLE

## T56/501D SERIES I, II, III

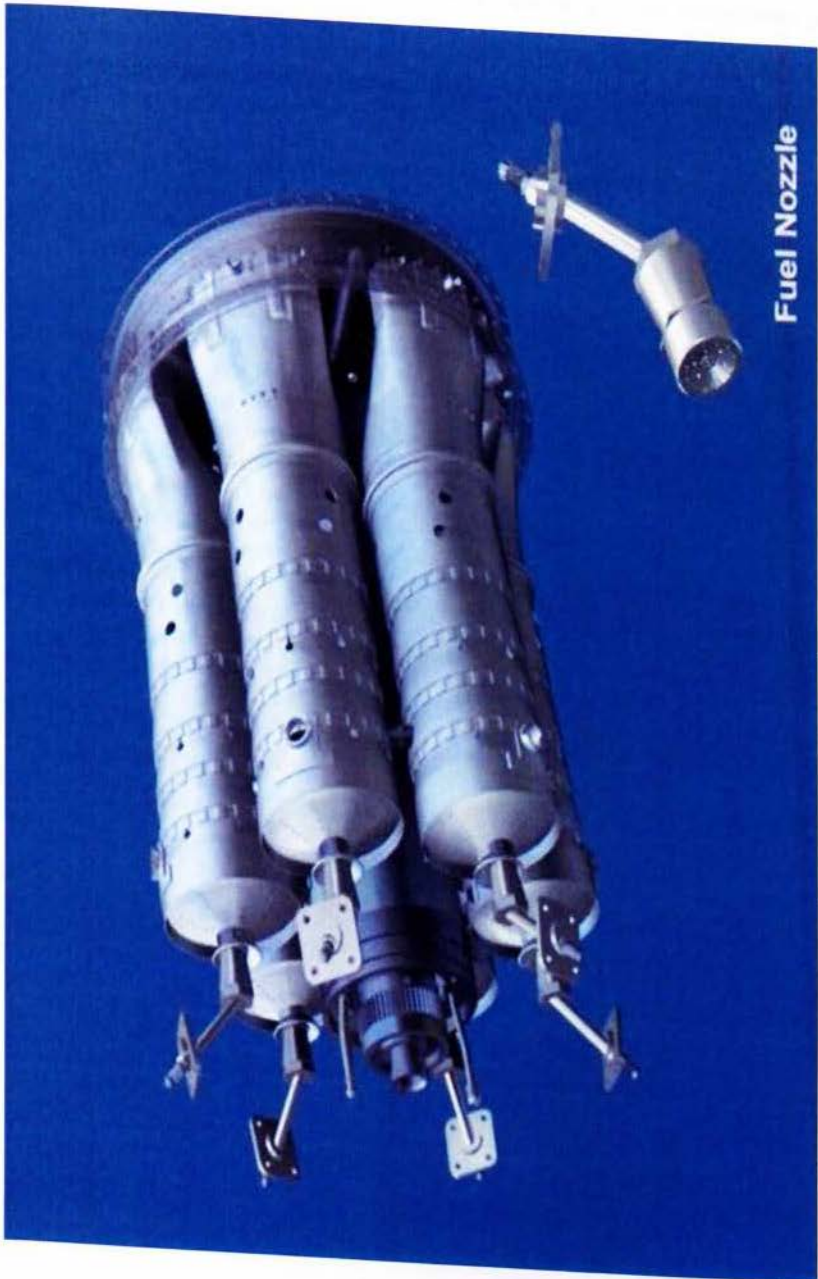


**PRIMARY FLOWING, SECONDARY CLOSED**



**PRIMARY FLOWING, SECONDARY FLOWING**





Fuel Nozzle

Εικόνα 50 3D Απεικόνιση συναρμογής ακροφυσίων καυσίμων και θυλάκιου καύσης

## ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ ΡΥΘΜΙΣΤΗ ΚΑΥΣΙΜΟΥ

1. Παρέχει ελεγχόμενη ροή καυσίμου για την εκκίνηση του κινητήρα (επιτυγχάνεται με βαλβίδα μέτρησης) (metering valve)
2. Παρέχει ελεγχόμενη ροή καυσίμου κατά την επιτάχυνση από την εκκίνηση του κινητήρα μέχρι τις σταθεροποιημένες στροφές εκκίνησης για να βοηθήσει το 5<sup>ης</sup> και 10<sup>ης</sup> βαθμίδας σύστημα εκροής αέρα στην πρόληψη της κατάστασης surge του συμπιεστή .
3. Επιτρέπει στον πιλότο να αυξομειώσει τη ροή του καυσίμου στον κινητήρα κατά την κίνηση του μοχλού γκαζιού / ισχύος.
4. Μετράει τη ροή του καυσίμου ανάλογα με τις διακυμάνσεις στην πυκνότητα του αέρα που προκαλείται από τη θερμοκρασία του αέρα εισόδου του συμπιεστή ή τις αλλαγές πίεσης.
5. Μέτρα περίπου 20% περισσότερο καύσιμο από ότι απαιτείται για τη λειτουργία του κινητήρα με βάση τις rpm, τη πυκνότητα του αέρα και τη ρύθμιση του μοχλού ισχύος. Αυτό παρέχει στη βαλβίδα στοιχείων θερμοκρασίας μια καθορισμένη ποσότητα καυσίμου ώστε να ρυθμιστεί.
6. Παρέχει τα μέσα για την πλήρη διακοπή καυσίμου στον κινητήρα κατά τον τερματισμό λειτουργίας.
7. Περιορίζει την ελάχιστη και τη μέγιστη δυνατή ροή καυσίμου.
8. Παρέχει προστασία στο κινητήρα από υπερβολική ταχύτητα.
9. Ελέγχει τη διαθέσιμη ισχύ στη μέγιστη αντίστροφη.
10. Παρέχει τα μέσα για την επιλογή λειτουργίας είτε χαμηλή ταχύτητα εδάφους σε αδράνεια ή υψηλή ταχύτητα εδάφους σε αδράνεια. Λειτουργία χαμηλής ταχύτητας εδάφους ρελαντί χρησιμοποιείται για χαμηλότερα επίπεδα ήχου στο έδαφος και την κατανάλωση καυσίμου.



## ΑΠΛΟΠΟΙΗΜΕΝΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ

Αυτό το απλοποιημένο σχηματικό σύστημα εμφανίζει τη βασική θεωρία λειτουργίας του συστήματος στοιχείων της θερμοκρασίας (TD):

- TD διακόπτης ελέγχου: Αυτός ο διακόπτης επιτρέπει στο πλήρωμα πτήσης να θέσει εκτός λειτουργίας το TD σύστημα (NULL θέση).
- Ελεγκτής ευαισθησίας ταχύτητας: Αυτός παρέχει μια ρύθμιση στροφών του κινητήρα (<94% ή >94% rpm) στον έλεγχο του TD (TD amp).
- Συντονιστής: Ο συντονιστής περιέχει δύο ηλεκτρικά στοιχεία που χρησιμοποιούνται από τον έλεγχο του TD:
  - ο Διακόπτης θέσης γκαζιού 66 - μοίρες
  - ο Ένα μεταβλητό ποτενσιόμετρο με μια σειρά από 0 έως 1000 Ω (ohms)
- Θερμοστοιχεία: Τα θερμοστοιχεία του κινητήρα μετρούν την θερμοκρασία της εισόδου του στροβίλου (ΤΠ) για την TD Control με ένα κύκλωμα και για την ένδειξη στο θάλαμο διακυβέρνησης ΤΠ με ξεχωριστό κύκλωμα.
- Έλεγχος στοιχείων θερμοκρασίας: Αυτό είναι ο "εγκέφαλος" του TD συστήματος. Δέχεται εισροές από άλλα εξαρτήματα και ελέγχει την TD βαλβίδα που στην πραγματικότητα περιορίζει τη ροή καυσίμου προς τα ακροφύσια καυσίμου του κινητήρα.
- Η TD ελέγχου έχει ένα εσωτερικό συγκριτή τάσης, η οποία συγκρίνει την τάση ΤΠ θερμοστοιχείων σε σχέση με μια τάση αναφοράς. Η τάση αναφοράς προέρχεται από τρεις πιθανές πηγές
- TD βαλβίδα: Η TD βαλβίδα περιορίζει ή διορθώνει τη ροή του καυσίμου στον κινητήρα σύμφωνα με τις οδηγίες από το TD ελεγκτή. Μπορεί μόνο να μειώσει τη ροή του καυσίμου στον κινητήρα κατά τη διάρκεια ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΕΝΗΣ λειτουργίας, αλλά μπορεί να αυξηθεί (PUT) ή να μειώσει (TAKE) τη ροή του καυσίμου κατά τη διάρκεια ΕΛΕΓΧΟΥ της λειτουργίας.

## ΣΧΗΜΑΤΙΚΗ ΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΕΛΕΓΧΟΥ ΣΥΝΤΟΝΙΣΤΗ

Η λειτουργία του συστήματος καυσίμου του κινητήρα πρέπει να συντονίζεται με τη λειτουργία της έλικας. Ως εκ τούτου, ο κινητήρας ενσωματώνει ένα στοιχείο ελέγχου που συντονίζει τη λειτουργία της έλικας, ο υδρομηχανικός έλεγχος των καυσίμων και το σύστημα περιορισμού του καυσίμου.

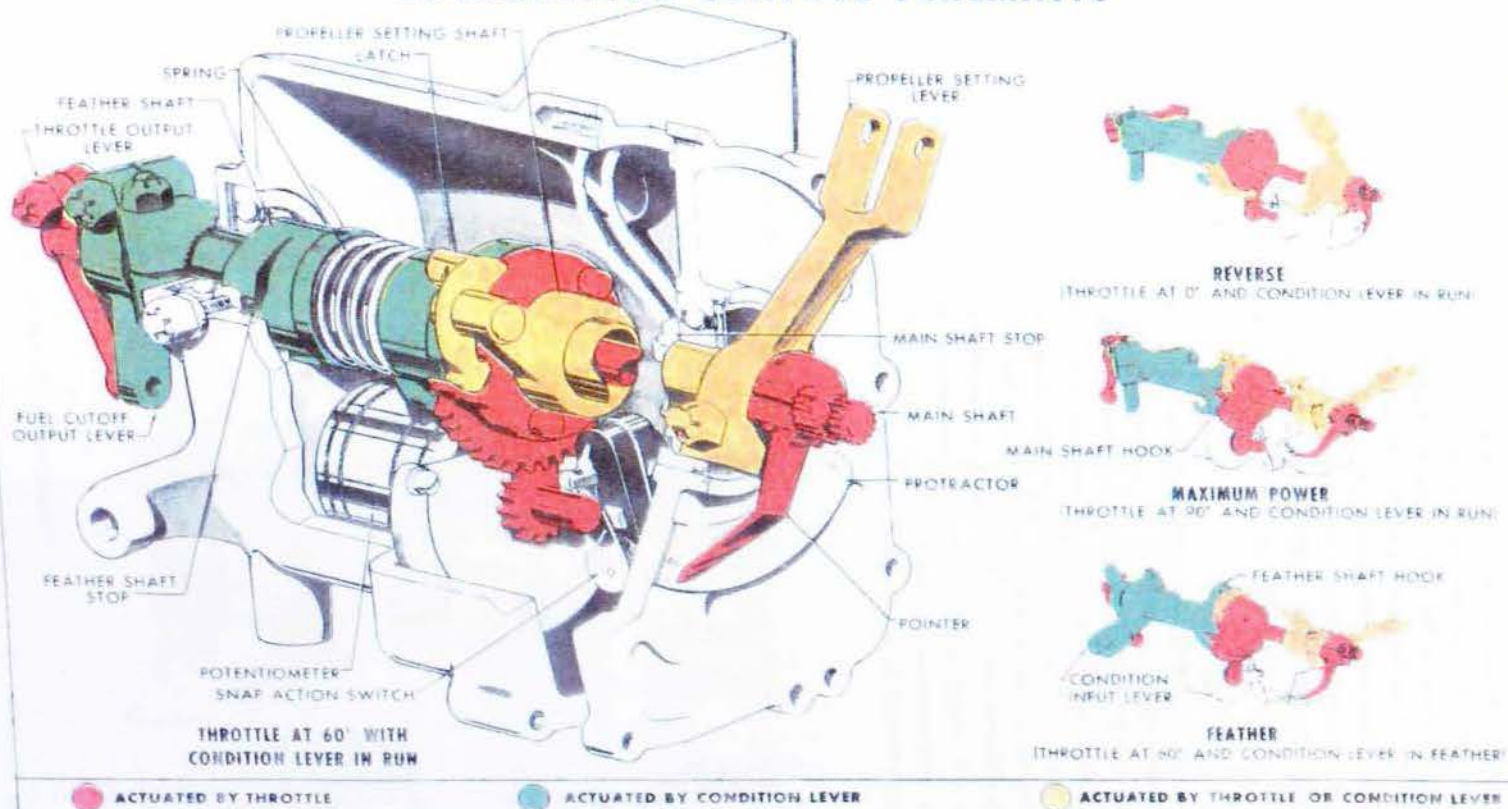
Η λειτουργία του συντονιστή (coordinator) ελέγχεται από το θάλαμο διακυβέρνησης από δύο μηχανικά συστήματα σύνδεσης. Ένα σύστημα σύνδεσης ενεργοποιείται από το γκάζι, και το άλλο ενεργοποιείται από το μοχλό κατάστασης. Μόνο η θέση "feather" του μοχλού κατάστασης ενεργοποιεί τη μηχανική σύνδεση του συντονιστή. Οι άλλες θέσεις του μοχλού κατάστασης, "ground stop", "run" και "air start", ενεργοποιούν ηλεκτρικούς διακόπτες στο θάλαμο διακυβέρνησης.

Τρία μηχανικά συστήματα σύνδεσης ελέγχονται από τον ελεγκτή του συντονιστή, και αυτά έχουν ως εξής:

1. Προγραμματισμός Συστήματος Σύνδεσης Ρυθμιστή Καυσίμου
2. Σύστημα Σύνδεσης της Έλικας
3. Βαλβίδα Διακοπής Συστήματος Σύνδεσης Ρυθμιστή Καυσίμου



# COORDINATOR CONTROL SCHEMATIC



Εικόνα 52 Σχηματική παράσταση ελέγχου συντονιστή

501-D22, -D22A  
T56-A-7, -15

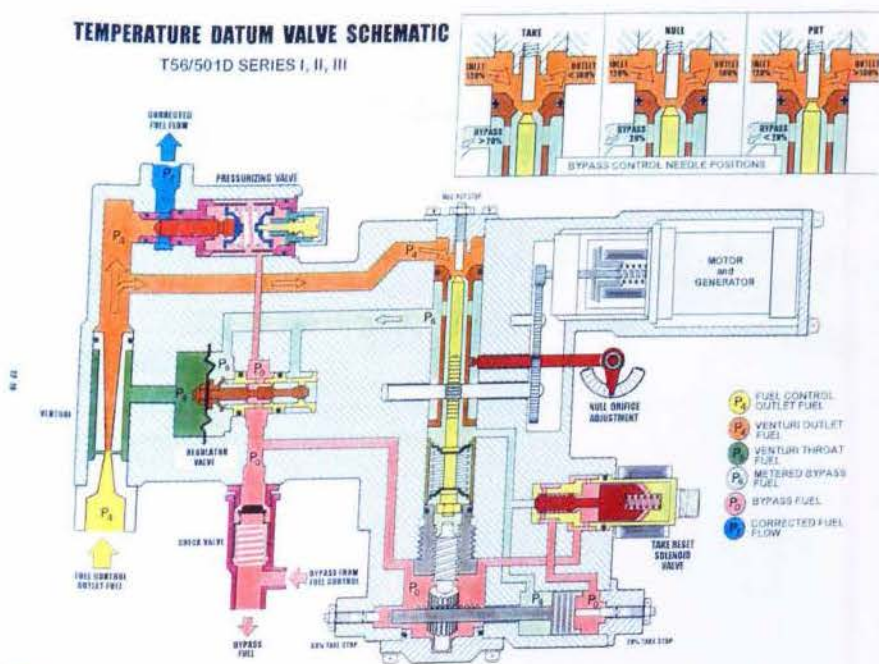
## ΣΧΗΜΑΤΙΚΗ ΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΒΑΛΒΙΔΑΣ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ

Η βαλβίδα στοιχείων θερμοκρασίας (TD) είναι ένα μέρος του συστήματος περιορισμού του καυσίμου, και βρίσκεται μεταξύ του ρυθμιστή καυσίμου και της πολλαπλής καυσίμου. Λαμβάνει το 120% των απαιτήσεων σε καύσιμα του κινητήρα από τον ρυθμιστή καυσίμου. Το επιπλέον 20% των καυσίμων ενεργοποιεί το σύστημα περιορισμού του καυσίμου για να ρυθμίσει τη ροή του καυσίμου για να αντισταθμίσει τις διακυμάνσεις στην πυκνότητα και Btu περιεκτικότητας των καυσίμων και τις διακυμάνσεις στην υδρομηχανική μέτρηση καυσίμου μεταξύ πολλαπλών κινητήρων. Η ποσότητα του καυσίμου που παρακάμπτεται από τη βαλβίδα στοιχείων θερμοκρασίας ελέγχεται από το σύστημα ελέγχου στοιχείων θερμοκρασίας.

Κατά την περιγραφή της λειτουργίας της βαλβίδας στοιχείων της θερμοκρασίας, ορισμένοι όροι που χρησιμοποιούνται για να υποδεικνύουν τις συνθήκες του περιορισμού ή της παράκαμψης. "Null" είναι η κατάσταση κατά την οποία το σύστημα περιορισμού του καυσίμου δεν κάνει διόρθωση στη ροή του καυσίμου, και το επιπλέον 20% του καυσίμου που παραδίδεται στη βαλβίδα στοιχείων θερμοκρασίας παρακάμπτεται. "Take" είναι η κατάσταση κατά την οποία πάνω από το 20% των καυσίμων παρακάμπτεται για να αποφευχθεί η υπερβολική θερμοκρασία κατά τη διάρκεια της επιτάχυνσης, και για την αντιστάθμιση των "πλουσίων" ροών καυσίμου και του καυσίμου υψηλής περιεκτικότητας σε Btu. "Put" είναι η κατάσταση κατά την οποία λιγότερο από το 20% των καυσίμων παρακάμπτεται για την αντιστάθμιση των «φτωχών» ροών καυσίμου και του καυσίμου χαμηλής περιεκτικότητας σε Btu.

### TEMPERATURE DATUM VALVE SCHEMATIC

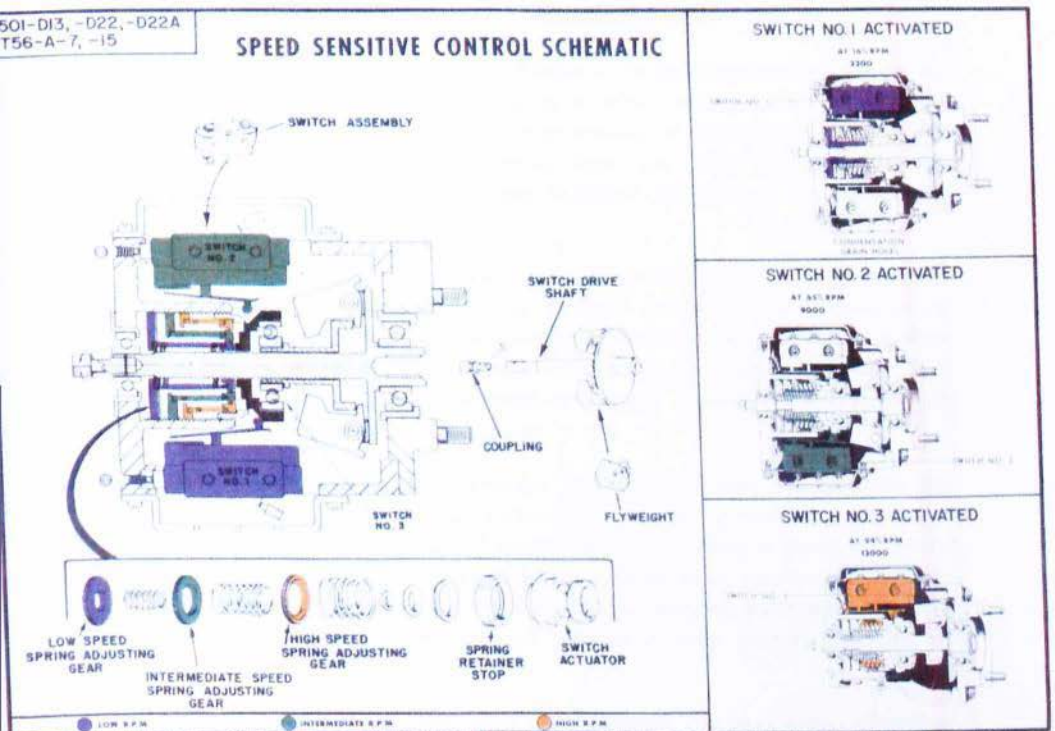
T56/501D SERIES I, II, III



Εικόνα 53 Σχηματική παράσταση βαλβίδας στοιχείων θερμοκρασίας

## ΣΧΗΜΑΤΙΚΗ ΠΑΡΑΣΤΑΣΗ ΕΛΕΓΧΤΗ ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ

Ο ελεγκτής ευαισθησίας ταχύτητας (speed sensitive control) είναι ένα κινούμενο παρελκόμενο τοποθετημένο στην εμπρόσθια πλευρά του περιβλήματος στο συγκρότημα των παρελκόμενων. Είναι μια ηλεκτρομηχανική συσκευή που χρησιμοποιείται για τον αυτόματο έλεγχο ορισμένων ηλεκτρικών κυκλωμάτων κατά τη διάρκεια εκκίνησης του κινητήρα. Η χρήση αυτού του ελεγκτή παρέχει διαβεβαίωση ότι η σωστή ακολουθία αυτών των ηλεκτρικών κυκλωμάτων θα συμβεί σε όλες τις εκκινήσεις. Κατά τη διάρκεια εκκίνησης στον αέρα, η έλικα περιστρέφει τον στρόφαλο του κινητήρα πολύ πιο γρήγορα από ότι κατά τη διάρκεια εκκίνησης στο έδαφος χρησιμοποιώντας τη μίζα.



Εικόνα 54 Σχηματική παράσταση ελεγκτή ευαισθησίας ταχύτητας

## ΣΥΝΑΡΜΟΓΗ ΚΑΛΩΔΙΩΣΕΩΝ ΘΕΡΜΟΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

Ο κινητήρας ενσωματώνει ένα θερμοστοιχείου τύπου σύστημα ανίχνευσης θερμοκρασίας εισόδου στροβίλου (ΤΠΤ). Τα σήματα από το σύστημα αυτό χρησιμοποιούνται από το σύστημα περιορισμού του καυσίμου και από το σύστημα ένδειξης ΤΠΤ στο θάλαμο διακυβέρνησης.

Το σύστημα ανίχνευσης ΤΠΤ αποτελείται από τα ακόλουθα στοιχεία:

1. Συναρμογή 18 θερμοστοιχείων (thermocouples)
2. Συναρμογή αριστερής και δεξιάς καλωδίωσης θερμοστοιχείων (left and right hand thermocouple harness)
3. Συναρμογή τερματικού μπλοκ (terminal block)
4. Συναρμογή καλωδίων Θερμοστοιχείων (thermocouple cable)

Οι 18 συναρμογές θερμοστοιχείων, που συνδέονται με το περίβλημα εισόδου στροβίλου, εκτείνονται στην έξοδο των 6 θαλάμων καύσης. Ως εκ τούτου, υπάρχουν τρία συγκροτήματα θερμοστοιχείων στην έξοδο του κάθε θαλάμου καύσης. Η θέση και ο αριθμός των συγκροτημάτων θερμοστοιχείων είναι τέτοιες ώστε μια καλή δειγματοληψία της θερμοκρασίας των αερίων να αποκτάται πριν περάσουν μέσα από το συγκρότημα του στροβίλου.

Η καλωδίωση των θερμοστοιχείων παρέχει το μέσο σύνδεσης των θερμοστοιχείων παράλληλα. Η καλωδίωση έχει alumel<sup>3</sup> και chromel<sup>4</sup> καλώδια που συνδέονται με τις συναρμογές των θερμοστοιχείων. Αυτά τα καλώδια έχουν κάλυμμα από τεφλόν για επιπλέον προστασία από τη φθορά. Κάθε συγκρότημα καλωδίωσης θερμοστοιχείου περιέχει έναν ελεγκτή στοιχείων θερμοκρασίας καλωδίωσης και μία καλωδίωση δείκτη ΤΠΤ. Οι καλωδιώσεις συνδέονται με το τερματικό μπλοκ.

Τα καλώδια εγκατεστημένα στον κινητήρα του συγκροτήματος καλωδίωσης των θερμοστοιχείων που συνδέουν το καλώδιο στο τερματικό μπλοκ έχουν κάλυμμα από τεφλόν για επιπλέον προστασία από τη φθορά. Η συναρμολόγηση καλωδίων, με alumel και chromel σύρμα, χωρίζεται σε δύο ξεχωριστά καλώδια στο αντιπυρικό τοίχος του κινητήρα (firewall). Ένα καλώδιο παραδίδει ΤΠΤ σήματα στο δείκτη ΤΠΤ εγκατεστημένο στο αεροσκάφος, και το άλλο καλώδιο παραδίδει ΤΠΤ σήματα στη σύνδεση J1 στον ελεγκτή στοιχείων της θερμοκρασίας.

Κάθε συναρμογή θερμοστοιχείων είναι ένα κάλυμμα δειγματοληψίας αισθητήρων θερμοκρασίας που περιέχει δύο ξεχωριστές αλλά πανομοιότυπες διακλαδώσεις θερμοστοιχείων.

Ο αισθητήρας είναι κατασκευασμένος από δύο υλικά με ένα κράμα πλατίνας και ροδίου που χρησιμοποιείται στο εσωτερικό τμήμα που είναι εκτεθειμένο στο θερμό αέριο ρεύμα και κράμα Hastelloy "X"<sup>5</sup> χρησιμοποιείται στο εξωτερικό τμήμα. Το εσωτερικό τμήμα συνδέεται με το εξωτερικό τμήμα με σκληρά συγκόλληση που βρίσκεται ακριβώς έξω από το ρεύμα θερμού αερίου. Ζεστό αέριο εισάγετε στον αισθητήρα μέσω δύο οπών, ρέει πάνω από τις

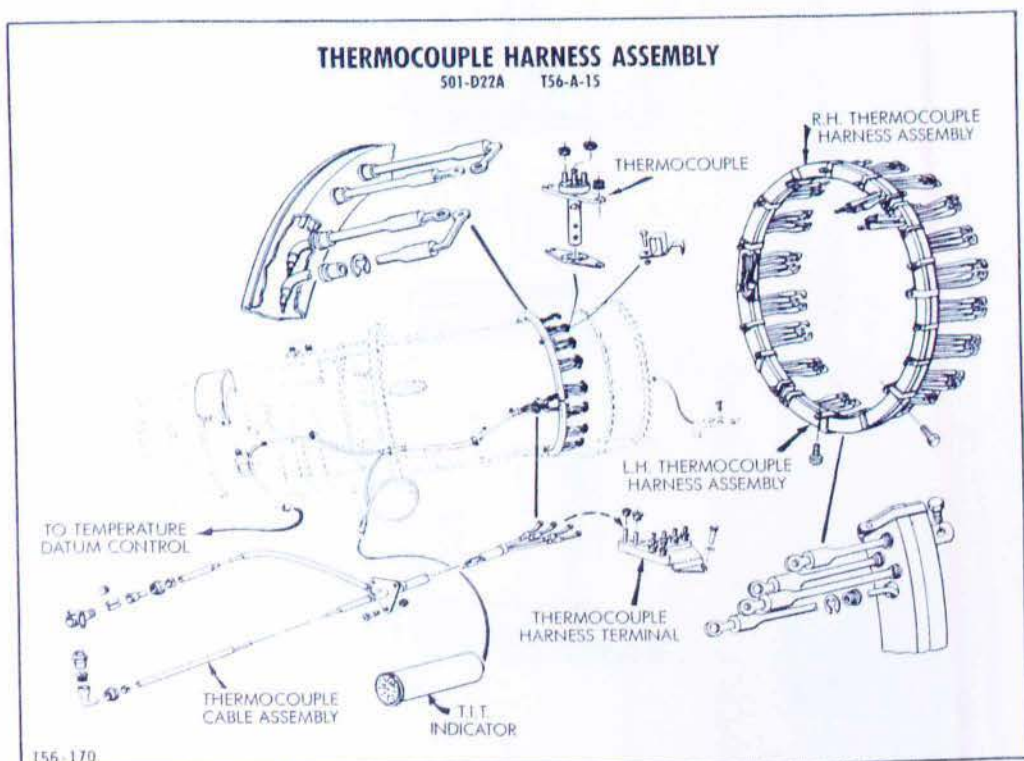
<sup>3</sup>Χημική σύσταση Alumel: 95% nickel, 2% manganese, 2% aluminium and 1% silicon (<http://www.thermometricscorp.com/thertypk.html>, 19/05/2013)

<sup>4</sup>Χημική σύσταση Chromel: 90% nickel, 10% chromium (<http://www.thermometricscorp.com/thertypk.html>, 19/05/2013)

<sup>5</sup>Χημική σύσταση Hastelloy "X": 47% nickel, 22% chromium, 18% iron, 9% molybdenum (<http://www.haynesintl.com/pdf/h3009.pdf> 19/05/13)

διακλαδώσεις των θερμοστοιχείων, και εξέρχεται από μια τρύπα. Έτσι, τα θερμά αέρια δεν προσπίπτουν άμεσα με τις διακλαδώσεις των θερμοστοιχείων.

Κάθε διασταύρωση θερμοστοιχείου αποτελείται από δύο ανόμοια μέταλλα: Platinel 1503<sup>6</sup> και Platinel 1813<sup>7</sup> χρησιμοποιούνται στο θερμό αέριο ρεύμα. Platinel 1503 είναι συγκολλημένο στο πρότυπο σύρμα alumel ακριβώς έξω από το ρεύμα θερμού αερίου και platinel 1813 είναι συγκολλημένο στο πρότυπο σύρμα chromel ακριβώς έξω από το θερμό αέριο ρεύμα. Το οξειδίο του μαγνησίου χρησιμοποιείται για τη μόνωση στο εσωτερικό της κεφαλής του αισθητήρα που στεγάζει δύο 10-32 alumel οδηγούς και δύο 8-32 chromel οδηγούς. Platinel 1503 και platinel 1813 έχουν τα ίδια λειτουργικά χαρακτηριστικά όπως το alumel και το chromel σύρμα στα οποία είναι συγκολλημένα.



Εικόνα 55 Λεπτομερής απεικόνιση καλωδιώσεων θερμοστοιχείων

<sup>6</sup> Χημική σύσταση Platinel 1503: 65% gold, 35% palladium

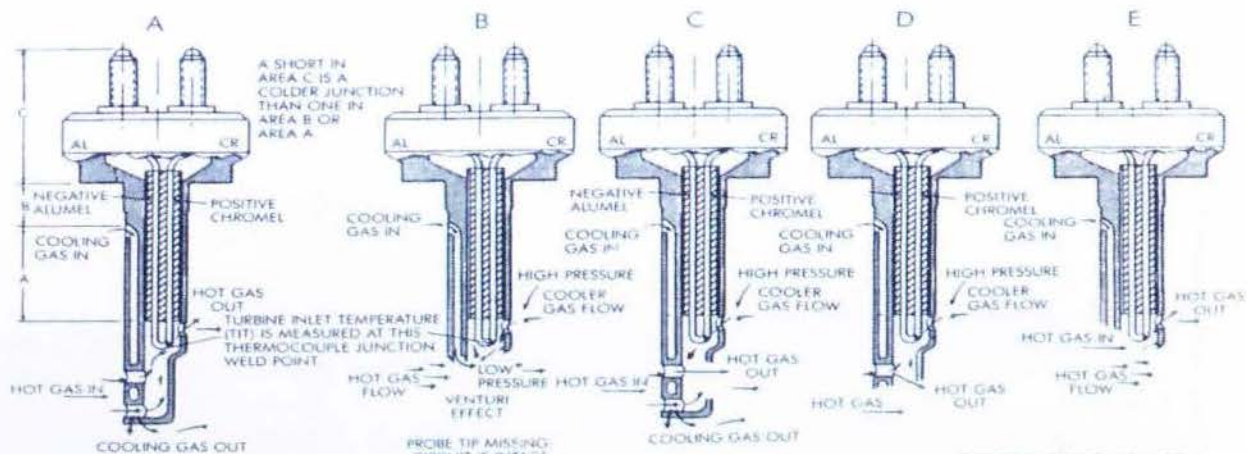
([http://www.proquip.net/site/files/288/122436/412349/563212/Non\\_Standard\\_Thermocouples.pdf](http://www.proquip.net/site/files/288/122436/412349/563212/Non_Standard_Thermocouples.pdf), 19/05/2013)

<sup>7</sup> Χημική σύσταση Platinel 1813: 55% palladium, 31% platinum and 14% gold

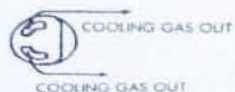
([http://www.proquip.net/site/files/288/122436/412349/563212/Non\\_Standard\\_Thermocouples.pdf](http://www.proquip.net/site/files/288/122436/412349/563212/Non_Standard_Thermocouples.pdf), 19/05/2013)

# AIR-COOLED THERMOCOUPLES FAILURE MODES

T56/501 SERIES III



A SHORT BETWEEN AL AND CR EXISTS SOMEWHERE IN AREA A; B OR C. JUNCTION MAY OR MAY NOT BE OPEN



BOTTOM VIEW

NOTE: EXCLUDING A POSSIBLE SHORT, A REPRESENTS A GOOD THERMOCOUPLE PROBE. CASES B, C, D AND E WILL INDICATE A COOLER TEMPERATURE, ALL THINGS BEING NORMAL WITH THE FLAME PATTERN; HOWEVER, IN THE CASE OF E IF THE SPRAY AND FLAME PATTERN ARE NOT NORMAL, E COULD BE HOTTER THAN A, B, C OR D. NOTE THAT B, C, D, OR E PROBABLY WOULD NOT OCCUR IF SOMETHING WAS NOT WRONG WITH OTHER COMBUSTION COMPONENTS.

T56-168

Εικόνα 56 Καταστάσεις αποτυχίας ψύξης θερμοστοιχείων

## ΕΠΙΛΟΓΟΣ

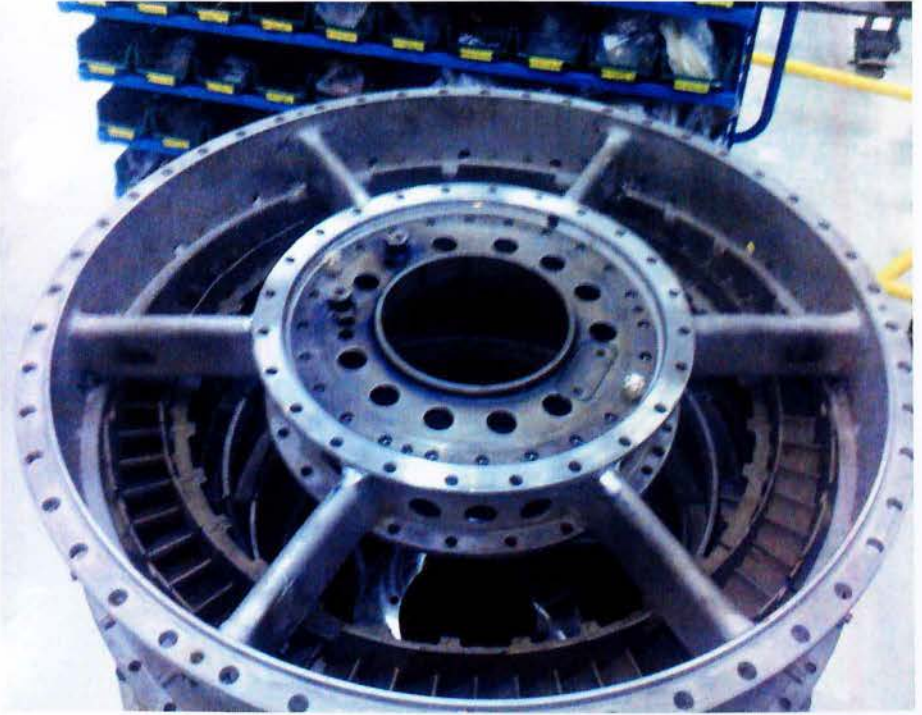
Συμπερασματικά θα λέγαμε ότι ο κινητήρας T-56 Rolls Royce αποτελεί ένα σημαντικότερο αεροπορικό υλικό καθώς εξυπηρετεί πληθώρα στρατιωτικών και πολιτικών εφαρμογών με άριστα αποτελέσματα.

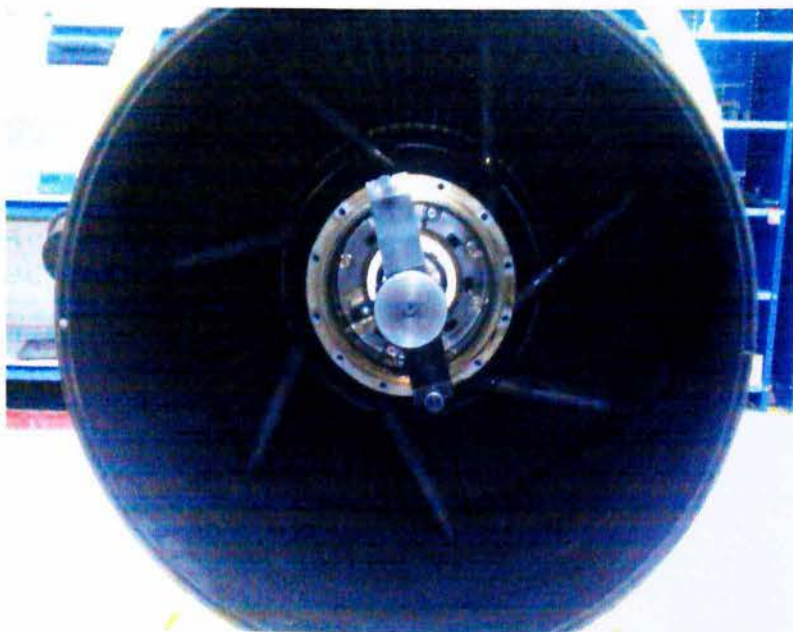
Παρόλη την πολυπλοκότητα κάποιων συστημάτων του, τον «ηλικιωμένο» σχεδιασμό του σε σύγκριση με τους νέες τεχνολογίας αεροκινητήρες η μακροχρόνια χρήση του επί των αεροσκαφών C-130 χωρίς αξιοσημείωτα τεχνικά προβλήματα, μας δίνει τη δυνατότητα να τον χαρακτηρίσουμε ως πλήρως αξιόπιστο. Τα ιδιαίτερα τεχνικά χαρακτηριστικά που προαναφέραμε εγγυώνται την ασφάλεια πτήσεως τόσο του πληρώματος όσο και του ίδιου του αεροσκάφους.













## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Aircraft Service Training Manual: Instruction Handbook for T56-A-15 Turboprop Engine, 1964
- [2] Technical Manual: Turboprop Engine USAF Model, T56-A-15, 1968
- [3] Rolls Royce Costumer Training, T56-A-15, T56-A-15LFE, and 501-D22A Engine Training Manual, 2007
- [4] Klaus Hunecke, 1997, Jet Engines: Fundamentals of Theory, Design and Operation, The Crowood Press Ltd
- [5] Gunston, Bill, 2006, The Development of Jet and Turbine Aero Engines, Patrick Stephens Ltd
- [6] Bill Gunston, 2007, World Encyclopedia of Aero Engines: From the Pioneers to the Present Day, The History Press Limited
- [7] Rolls Royce, 2007, Gas turbine technology Introduction to a jet engine [pdf], διαθέσιμο στο <[http://www.rolls-royce.com/Images/gasturbines\\_tcm92-4977.pdf](http://www.rolls-royce.com/Images/gasturbines_tcm92-4977.pdf)>, προσβάσιμο στις 19/05/2013
- [8] <<http://www.behance.net/gallery/T56-Engine-Virtual-Training/1643476>>, προσβάσιμο στις 19/05/2013

