

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université SAAD DAHLEB de Blida

Faculté des Sciences de l'ingénieur

Département d'aéronautique

**En vue de l'obtention du diplôme
des études universitaires appliquées**

**En Aéronautique
Option : propulsion**

Thème

**Etude descriptive
de l'inverseur
de poussée du réacteur
CFM 56-7B**

Présenté par:

- M^{lle} :DJEDDI Dalila
- M^r :REMINI Madjid

Dirigé par:

- * Mr: BENOMAR.Aek
- * Mr: ABADA.Omar

Promotion 2003

REMERCIEMENTS

*Tout d'abord, nous remercions
le bon Dieu pour nous avoir guidé vers le chemin
de la lumière et du savoir.*

*Nous exprimons nos sincères remerciements à nos
parents pour leurs conseils et encouragements.*

*Nous tenons à remercier notre promoteur Mr BENOMAR
et notre co-promoteur Mr ABADA*

*Nos vifs remerciements vont aux membres de jury
d'avoir accepté d'évaluer notre travail.*

*Et nous remercions toute personne ayant
contribué, de près ou de loin,
à l'amélioration de notre travail.*

DEDICACES

Je dédie ce travail à :

La mémoire de mon père et celle de ma sœur

Mon Inégalée très chère mère

Mes frères et sœurs, surtout ma sœur Zahia

Mes nièces et mes neveux, surtout Messipsa

A mon binôme Madjid et sa famille

A tout mes amis et mes amies

Dalila

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à mes très chères parents pour leurs conseils et leurs encouragements qu'ils n'ont cessés de me fournir, ainsi qu'à ma tante Zoulikha et sa famille et ainsi à ma tante Malika et sa famille

A mes amis : Nadir, samir, oualid...

A mes collègues: Chakib, adel, mustapha, redha.

A ma binôme : Dalila.

Madjid

SOMMAIRE

INTRODUCTION

RESUME

CHAPITRE I : DESCRIPTION DU REACTEUR CFM56-7B

I-1 INTRODUCTION.....	02
I-2 LES DIFFERENTS MODULES.....	02
I-2-1 MODULE FAN ET BOOSTER.....	02
I-2-2 MODULE CORE.....	02
I-2-3 MODULE TRUBINE BASSE PRESSION.....	03
I-3 BOITE D'ENTRAINEMENT D'ACCESSOIRES.....	04
I-4 CARACTERISTIQUES PRINCIPALES DU REACTEUR CFM56-7B.....	06
I-5 LES ROULEMENTS ET LES PALIERS.....	08
I-6 LES BRIDES D'ASSEMBLAGE.....	09
I-7 REPERAGE DES DIFFERENTES STATIONS.....	09
I-7-1 FLUX PRIMAIRE.....	09
I-7-2 FLUX SECONDAIRE.....	09
I-8 CAPOTAGE.....	11
I-9 LES REGIMES.....	11
I-9-1 LE REGIME N1.....	11
I-9-2 LE REGIME N2.....	11
I-10 L'EGT.....	11

CHAPITRE II : LES DIFFERENTS CIRCUITS DU REACTEURS CFM56-7B

II-1 CIRCUIT CARBURANT.....	12
II-1-1 ROLE DU CIRCUIT CARBURANT.....	12
II-1-2 COMPOSITION DU CIRCUIT CARBURANT.....	12
II-1-3 CONTROLE DU CIRCUIT CARBURANT.....	12
II-1-4 FONCTIONNEMENT DU CIRCUIT CARBURANT.....	13
II-2 CIRCUIT DE GRAISSAGE.....	15
II-2-1 ROLE DU CIRCUIT DE GRAISSAGE.....	15
II-2-2 COMPOSITION DU CIRCUIT DE GRAISSAGE.....	15
II-2-3 CONTROLE DU CIRCUIT DE GRAISSAGE.....	15
II-3 CIRCUIT DE DEMARRAGE ET D'ALLUMAGE.....	17
II-3-1 CIRCUIT DE DEMARRAGE.....	17
II-3-2 CIRCUIT D'ALLUMAGE.....	19
II-3-3 COMMANDE ET CONTROLE.....	21
PANNEAU DE DEMARRAGE.....	21
a- SELECTEUR DE DEMARRAGE.....	21
b- SELECTEUR D'ALLUMAGE.....	21

II-4 CIRCUIT DE REVERSE	21
II-5 CIRCUIT DE COMMANDE.....	23
II-6 DISPOSITION ANTI-POMPAGE.....	24
II-7 UNITE ELECTRONIQUE DE CONTROLE MOTEUR (EEC).....	26
II-8 SYSTEME D'INDICATION.....	29

CHAPITRE III : DESCRIPTION DU CIRCUIT REVERSE DU CFM56-7B

III-1 INTRODUCTION.....	31
III-2 PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT.....	31
III-3 ROLE DE LA REVERSE.....	33
III-4 COMPOSITION DE LA REVERSE.....	35
III-4-1 LES DEMI-COURONNES.....	37
III-4-2 LE SYNC LOCK.....	37
III-4-3 LES VERINS.....	39
III-4-4 LES PORTES.....	41
III-4-5 LES CASCADES.....	41
III-4-6 LE VERIN D'OUVERTURE ET DE FERMETURE DE CAPOT REVERSE	41
III-4-7 LES PORTES DE VISITE.....	43
III-4-8 LES POINTS DE DESACTIVATION.....	43
III-4-9 LES PORTES DE SURPRESSION.....	45
III-4-10 TRANSDUCEUR LINEAIRE A DEPLACEMENT VARIABLE.....	45
III-4-11 LES SWITCHS DE PROXIMITES.....	47
III-4-12 LE CAPOT REVERSE.....	47
III-4-13 LES SAUTERELLES.....	47
III-4-14 EAU (L'UNITE ELECTRONIQUE D'ACCESSOIRES).....	49
a- LOCALISATION.....	49
b- ROLE.....	49
c- DESCRIPTION.....	49
III-4-15 LES BOUTONS POUSSOIRS.....	51
III-5 LE CIRCUIT HYDRAULIQUE.....	51
III-6 LE FONCTIONNEMENT DE L'INVERSEUR DE POUSSEE.....	56
III-6-1 SEQUENCE DE SORTIE.....	56
III-6-2 SEQUENCE DE RENTREE.....	60

CHAPITRE IV : MAINTENANCE DE L'INVERSEUR DE POUSSEE

IV-1 POLITIQUE DE MAINTENANCE.....	63
IV-1-1 MAINTENANCE PREVENTIVE.....	63
IV-1-2 MAINTENANCE SYSTEMATIQUE.....	63
IV-1-3 MAINTENANCE CONDITIONNELLE.....	63
IV-1-4 MAINTENANCE CORRECTIVE.....	63
IV-2 GENERALITE SUR LA MAINTENANCE EN AERONOTIQUE.....	64
IV-3 EVOLUTION DE LA POLITIQUE DE MAINTENANCE.....	64
IV-4 INFLUENCE DE LA FIABILITE.....	64
IV-5 ENTRETIEN AVEC TEMPS LIMITE.....	65
IV-6 ENTRETIEN AVEC SURVEILLANCE DU COMPORTEMENT EN	

SOMMAIRE

SERVICE.....	65
IV-7 ENTRETIEN SELON VERIFICATION DE L'ETAT.....	66
IV-8 STRATEGIE DE LA MAINTENANCE DU REACTEUR CFM56-7B.....	66
IV-9 ENTRETIEN EN LIGNE.....	66
IV-9-1 INSPECTION DE ROUTINE.....	67
IV-9-2 VERIFICATION DE FONCTIONNEMENT.....	67
IV-9-3 INSPECTION EN ETAT.....	67
IV-9-4 PV2.....	67
IV-9-5 INSPECTION BOSOSCOPIQUE.....	67
IV-10 MAINTENANCE AU NIVEAU DU COCKPIT.....	68
IV-10-1 RECENT FAULTS (PANNES RECENTES).....	70
IV-10-2 GROUND TEST.....	72
a- TEST VERINS DES REVERSES.....	72
b- TEST EAU.....	72
IV-11 MAINTENANCE DE L'INVERSEUR DE POUSSEE.....	73
IV-11-1 INSPECTION JOURNALIERE.....	73
IV-11-2 INSPECTION HEBDOMADAIRE.....	73
IV-11-3 1/2 A CHECK.....	73
IV-11-4 A CHECK.....	73
IV-11-5 C CHECK.....	73
IV-12 INSPECTION INVERSEUR DE POUSSEE.....	75

CONCLUSION

BIBLIOGRAPHIE

INTRODUCTION

Notre étude a porté sur l'inverseur de poussée du réacteur CFM56-7B qui équipe le BOENG737-800.

Le plan de travail comporte quatre (04) chapitres :

CHAPITRE I : Ce chapitre traite la description du réacteur CFM56-7B.

CHAPITRE II : Ce chapitre traite les différents circuits du réacteur CFM56-7B.

CHAPITRE III : Ce chapitre traite l'inverseur de poussée du réacteur CFM56-7B.

CHAPITRE IV : Ce chapitre traite la maintenance du réacteur CFM56-7B.

RESUME

Notre travail a porté sur la description et le fonctionnement de l'inverseur de poussée du réacteur CFM56-7B.

Ce travail nous a permis de connaître le rôle de l'inverseur de poussée, car l'inverseur de poussée est utilisé dans deux cas :

- Lors de l'atterrissage avant de fouiller l'avion
- Lors d'une accélération arrêt (décollage avorté).

SUMMARY

Our work concerned the description and the operation of the reverser of pushed engine CFM56-7B.

This work enabled us to know the role of the thrust reverser, because the thrust reverser is used in two cases:

- At the time of the landing before excavating the plane
- During an acceleration stop (fallen through takeoff).

ملخص

عمالنا هذا يحتوي على وصف طريقة التشغيل المعاكس الدفع لمحرك طائرة من النوع

.CFM 56-7B

هذا العمل يسمح لنا بمعرفة دور معاكس الدفع علما بأن هذا الأخير يستعمل في

حالتين:

- عند الهبوط لكبح الطائرة

- عند إقلاع موقوف.

Chapitre I

DESCRIPTION DU REACTEUR CFM56-7B

I-1 INTRODUCTION :

Le réacteur CFM 56-7B équipe le Boeing 737-800 NG un moteur double flux double corps et à taux de dilution élevé. Le CFM56-7B est composé de trois (03) modules principaux :

- Module FAN et BOOSTER.
- Module core.
- Module Turbine basse pression.

I-2 LES DIFFERENTS MODULES DU REACTEUR CFM56-7B :

I-2-1 MODULE FAN ET BOOSTER :

Ce module est constitué d'un fan de vingt quatre (24) ailettes en Titane et trois (03) étages compresseur basse pression. Le FAN à lui seul engendre le flux secondaire.

Le module FAN et BOOSTER est un ensemble entraîné par la turbine basse pression.

I-2-2 MODULE CORE :

Le module core est constitué de :

- Neuf (09) étages compresseur haute pression.
- Une (01) chambre de combustion annulaire, équipée de vingt (20) injecteurs et deux (02) allumeurs.
- Une (01) turbine haute pression à un étage. La turbine haute pression entraîne le compresseur haute pression et la boîte d'entraînement des accessoires.

L'ensemble turbine haute pression et compresseur haute pression est appelé attelage haute pression ou N2. Il es supporté par trois (03) roulements.

I-2-3 MODULE TURBINE BASSE PRESSION :

Ce module est constitué de quatre (04) étages. Il entraîne le FAN et le compresseur basse pression. L'ensemble turbine basse pression, FAN et le compresseur basse pression est appelé attelage basse pression ou N1. Il est supporté par trois (03) roulements .

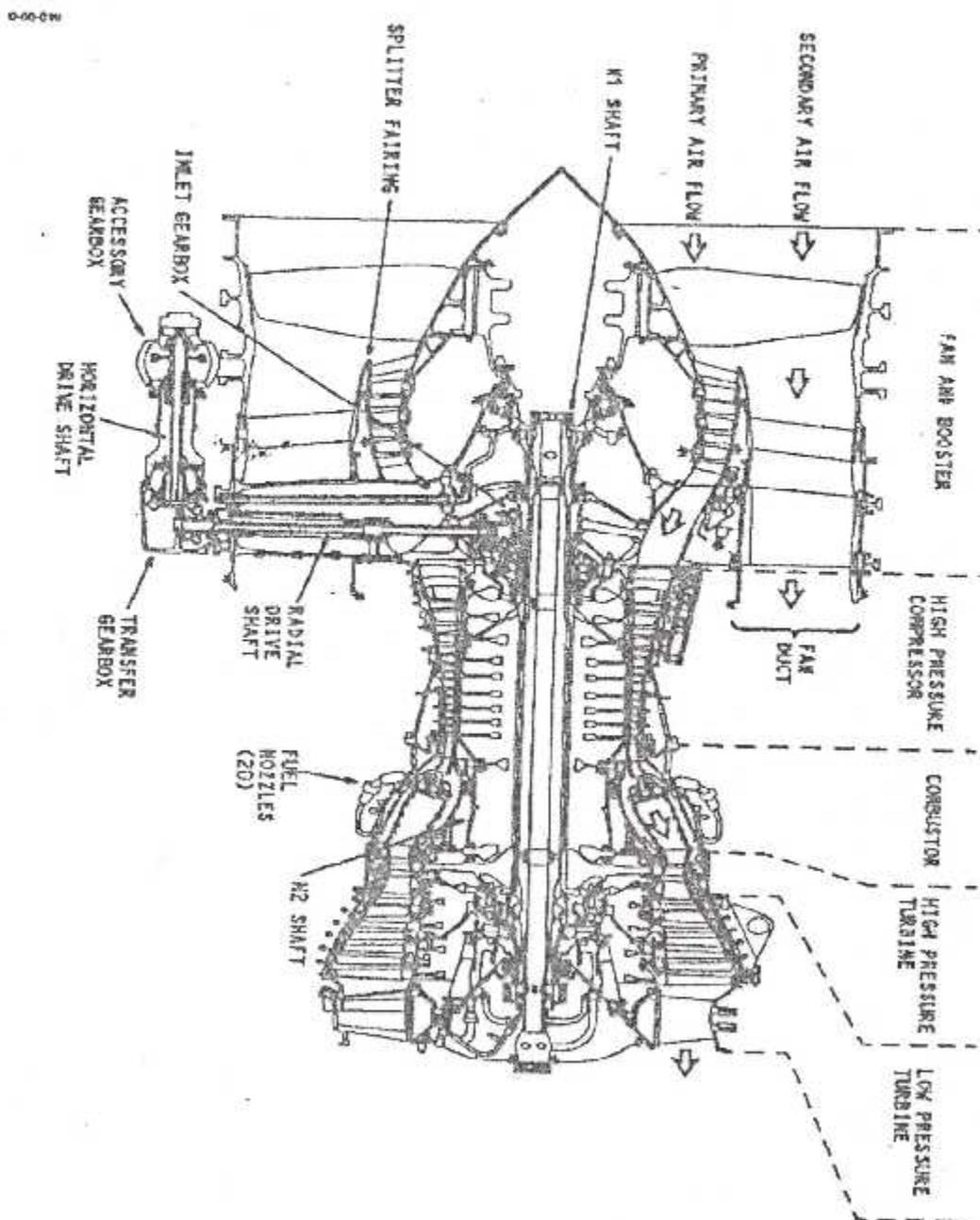


FIG (I-1) LES DIFFERENTS MODULES DU MOTEUR CFM 56-7B

I-3 BOITE D'ENTRAINEMENT DES ACCESSOIRES :

L'attelage haute pression entraîne la boîte d'entraînement des accessoires, elle reçoit le mouvement par l'intermédiaire d'une boîte de transfert. La boîte d'entraînement des accessoires est fixée sur le côté du carter FAN. Les différents accessoires qui équipent la boîte sont :

Sur la face avant :

- Pompe carburant.
- Pompe d'huile.

Sur la face arrière :

- Pompe hydraulique.
- L'alternateur (IDG).
- Le démarreur.

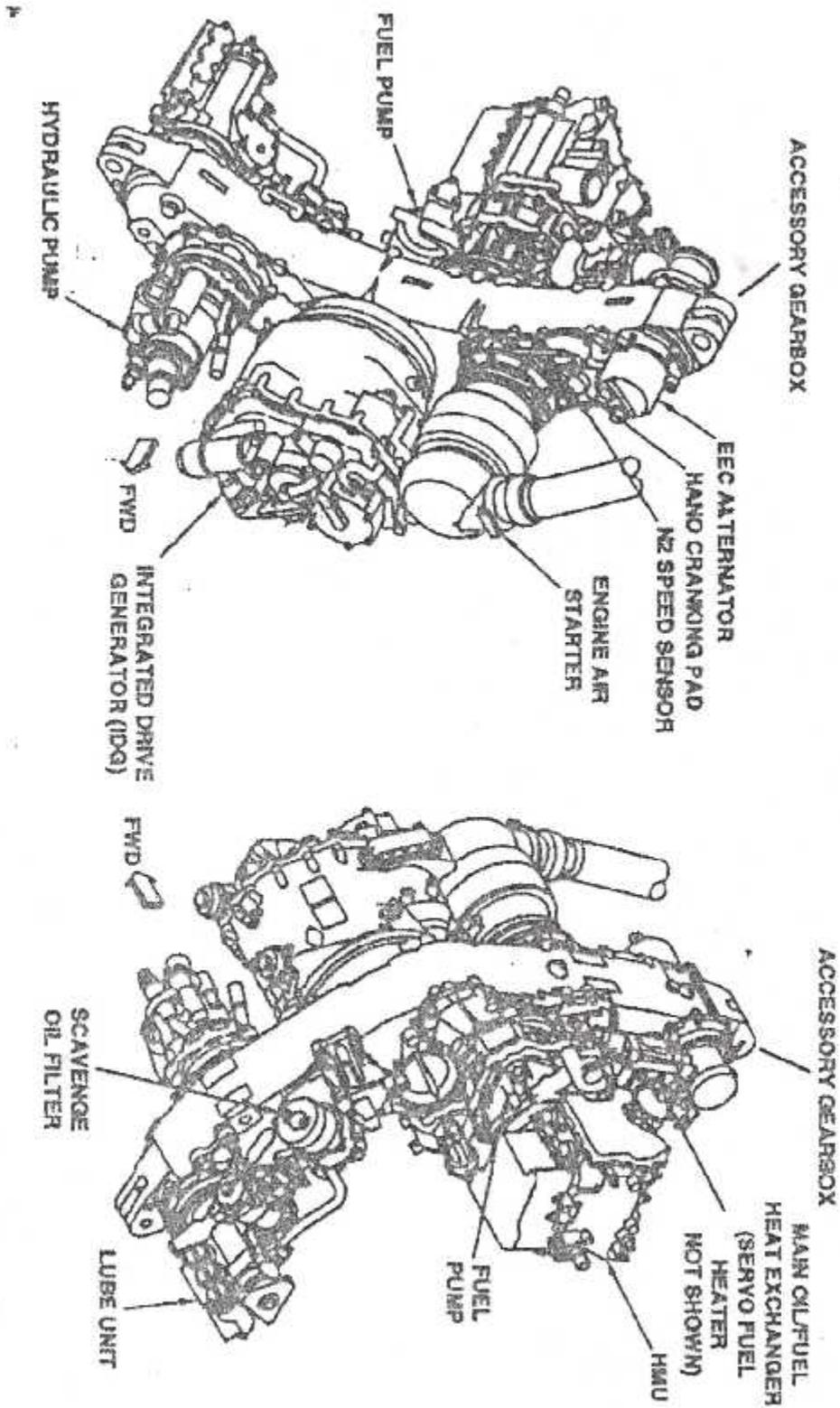


Fig (I-2) La boîte d'entraînement des accessoires.

I-4 CARACTERISTIQUES PRINCIPALES DU REACTEUR CFM56-7B :

- Poussée statique maximale (F) :

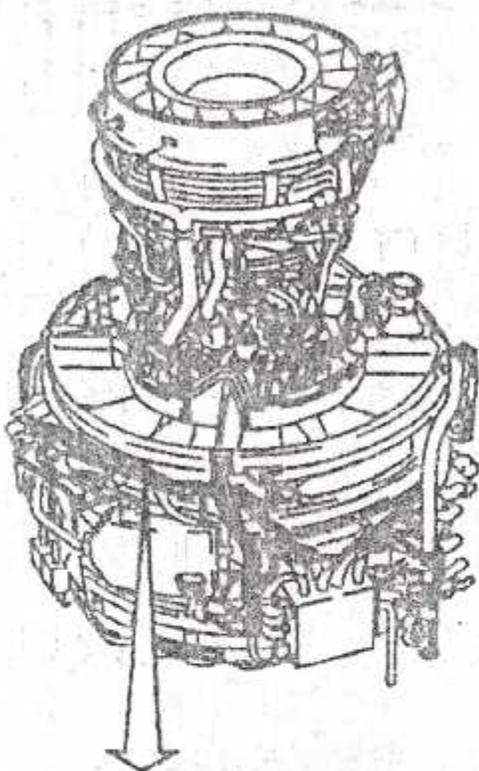
CFM 56-7B 27	27300 lbs
CFM 56-7B 26	26300 lbs
CFM 56-7B 24	24200 lbs
CFM 56-7B 22	22700 lbs
CFM 56-7B 20	20600 lbs
CFM 56-7B 18	19500 lbs

- La poussée assurée par le flux primaire est de 20 % de la poussée totale .
- La poussée assurée par le flux secondaire est de 80 % de la poussée totale .
- La consommation spécifique au ralenti pour tous les CFM 56-7B est de 0.752 lb/h/lb (kg/h/kN) .
- La consommation spécifique en croisière :

CFM 56-7B 27 . 7B 26 . 7B 24 est de 0.344 lb/h/lb.

CFM 56-7B 22 . 7B 20 . 7B 18 est de 0.343 lb/h/lb.

- La masse du réacteur est de 2361 kg.
- Le diamètre de l'entrée d'air est de 1.55 m.
- Taux de dilution est de 5.6/1.



ENGINE VERSION	ENGINE CONFIGURATIONS					
	B18	B20	B22	B24	B26	B27
T/O THRUST	19500	20600	22700	24200	26400	27300
AIRPLANE MODELS						
600	X	X	X			
700		X	X	X		
800/900				X	X	X
700 LOW		X	X	X		
700 B0J					X	

ENGINE THRUST AND USAGE CHART

CFM INTERNATIONAL
TURBOREACTEUR CFM56 TURBOFAN

W.C.T. 304C
 HSAC ASSEMBLY N°
 W.P.'S GAINÉ
 RATED TO MODEL CONFIGURATION IDENTIFIED BELOW
 POSSIBLE TAKE OFF MAX GWT AT SERVO OLC
 CONFIG. (GROSS) MAX GWT AT SERVO OLC
 (GROSS) THRUST (LB)

F/A TC N°
 F/A PRODUCTION C N°
 SERIAL N°

INSP. CONT. RID BY DATE
 FAN COPY

ENGINE NAMEPLATE

GENERAL ENGINE DATA

MODEL **CFM56-7B**

ENGINE WEIGHT **5,205 LBS (2,361 KG)**

FAN DIAMETER **61 IN (155 CM)**

EGT REDLINE **950 C**

M1 REDLINE **5,300 RPM (104 PERCENT)**

M2 REDLINE **15,183 RPM (105 PERCENT)**

BYPASS RATIO **5.6:1**

EGT START LIMIT **725 C**

FIG(1-3) : LES CARACTÉRISTIQUES DU MOTEUR CF 56-7 B

I-5 PALIERS ET ROUEMENTS :

Il y a deux paliers pour le moteur :

-Palier avant .

-Palier arrière

Cinq (05) roulements principaux (deux à billes et trois à galet) sont contenus dans le palier avant et le palier arrière .

Cinq roulements moteur principaux supportent les arbres N1 et N2 .

Les roulements sont identifiés par des numéros allant de 1 à 5 .

Les roulements à billes absorbent les charges axiales et radiales de l'arbre .Les roulements à galet absorbent seulement les charges radiales .

-Le roulement à billes N°1 et roulement à galet N°2 supportent l'arbre fan .

-Le roulement à billes N°3 et roulement à galet N°3 supportent l'arbre HPC (compresseur haute pression) , dont l'extrémité avant est localisée dans l'IGB (la boîte à engrenage d'entrée) .

-Le roulement à galet N°4 supportent l'arrière de l'arbre rotor HPT (turbine haute pression) et roulement à galet N°5 supportent l'arrière de l'arbre LPT (turbine basse pression) .

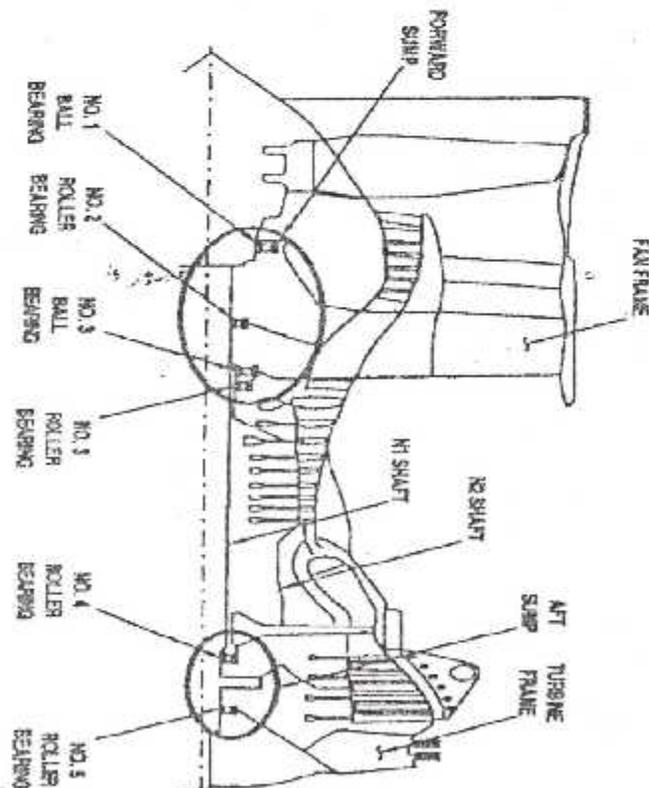


Fig (I-4) Les paliers et les roulements.

I-6 BRIDES D'ASSEMBLAGE MOTEUR :

Le CFM 56 -7B a seize (16) brides d'assemblage dirigées par une désignation

Alphanumérique .

Pour localiser la bride appropriée on utilise la désignation alphanumérique correcte

Les brides fournissent des points d'attache pour accessoires et l'unité de la ligne d'emplacement .

I-7 REPERAGE DES DIFFERENTES STATIONS :

- Station 0 : conditions ambiantes.
- Station 12 : entrée d'air.

I-7-1 FLUX PRIMAIRE :

- Station 25 : entrée compresseur haute pression.
- Station 30 : sortie compresseur haute pression.
- Station 49.5 : sortie 2eme étage turbine basse pression.
- Station 50 : sortie turbine basse pression.

I-7-2 FLUX SECONDAIRE :

- Station 12 : entrée FAN.
- Station 13 : sortie stator FAN.

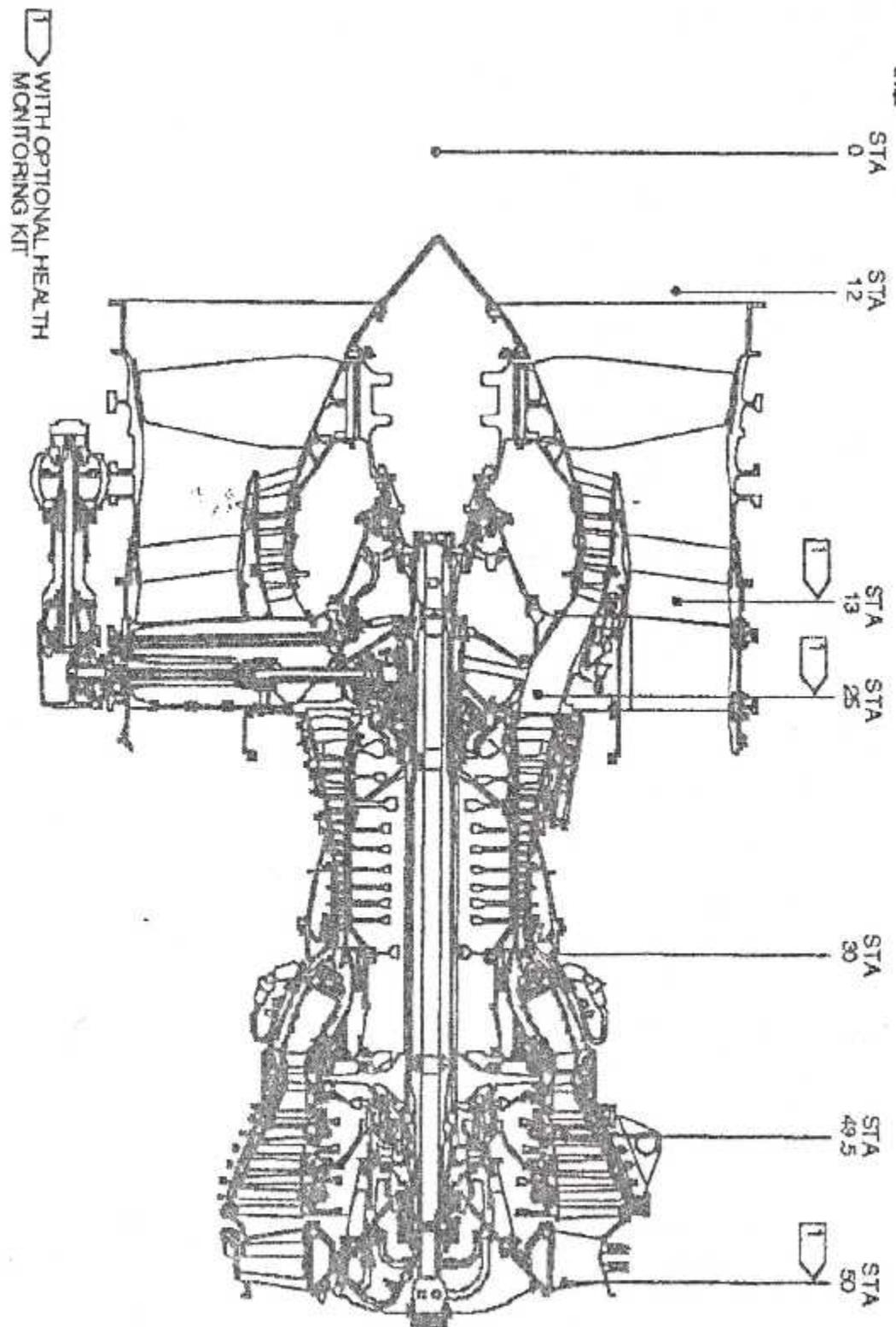


Fig (I-5) les stations aéronautiques

I-8 CAPOTAGES :

- Capot FAN.
- Capot REVERSE.

I-9 LES REGIMES :**I-9-1 REGIME N1 :**

- 100 % = 5173 tr/min.
- 104 % = 5380 tr/ min. (maximum)

I-9-2 REGIME N2 :

- 100 % = 14 460 tr/min.
- 105 % = 15 183 tr/min. (maximum)

I-10 EGT :

- 950°C maximum.
- 725°C maximum au démarrage.

Chapitre II

II-DIFFERENTS CIRCUITS DU REACTEUR CFM 56-7B :

II-1 CIRCUIT CARBURANT :

II-1-1 ROLE DU CIRCUIT CARBURANT :

Le rôle du circuit de carburant est d'assurer :

- L'alimentation des vingt (20) injecteurs de la chambre de combustion.
- L'alimentation de deux (02) vérins des vannes de décharge.
- L'alimentation des deux (02) vérins des stators à calage variable.
- L'alimentation de la vanne de refroidissement du carter turbine haute pression.
- L'alimentation de la vanne de refroidissement du carter turbine basse pression.
- L'alimentation de la vanne de décharge transitoire.
- Le refroidissement de l'huile de graissage moteur.
- Le refroidissement de l'huile de graissage de l'alternateur (IDG).

II-1-2 COMPOSITION DU CIRCUIT CARBURANT :

Le circuit carburant est entièrement intégré dans la nacelle du réacteur, il comprend :

- Une (01) pompe carburant à haute pression.
- Un (01) échangeur thermique (huile / carburant) alternateur (IDG).
- Un (01) échangeur thermique principal (huile / carburant) réacteur.
- Un (01) filtre principal carburant.
- Un (01) régulateur principal carburant (HMU).
- Un (01) servo réchauffeur carburant.
- Un (01) transmetteur de débit carburant.
- Un (01) filtre injecteurs.
- Une (01) vanne de sélection injecteurs.
- Une (01) rampe injecteurs.
- Vingt (20) injecteurs.

II-1-3 CONTROLE DU CIRCUIT CARBURANT :

La surveillance du circuit carburant est réalisée à partir :

- D'une indication de débit carburant situé sur l'écran inférieur des paramètres secondaires moteur.
- D'un voyant d'alarme du colmatage filtre carburant situé au panneau supérieur P5-2 au cockpit.
- D'un voyant associé au robinet carburant haute pression (HPSOV).

II-1-4 FONCTIONNEMENT DU CIRCUIT CARBURANT :

Le carburant arrive du réservoir de l'avion, passe par la pompe carburant première étage ensuite vers l'échangeur thermique (huile / carburant) de l'alternateur IDG après à travers l'échangeur thermique (huile / carburant) moteur. Le carburant passe ensuite à travers un filtre principal, du filtre vers le régulateur principal carburant. A la sortie du régulateur carburant, le carburant passe à travers le débitmètre puis vers le filtre injecteur et enfin dans les injecteurs.

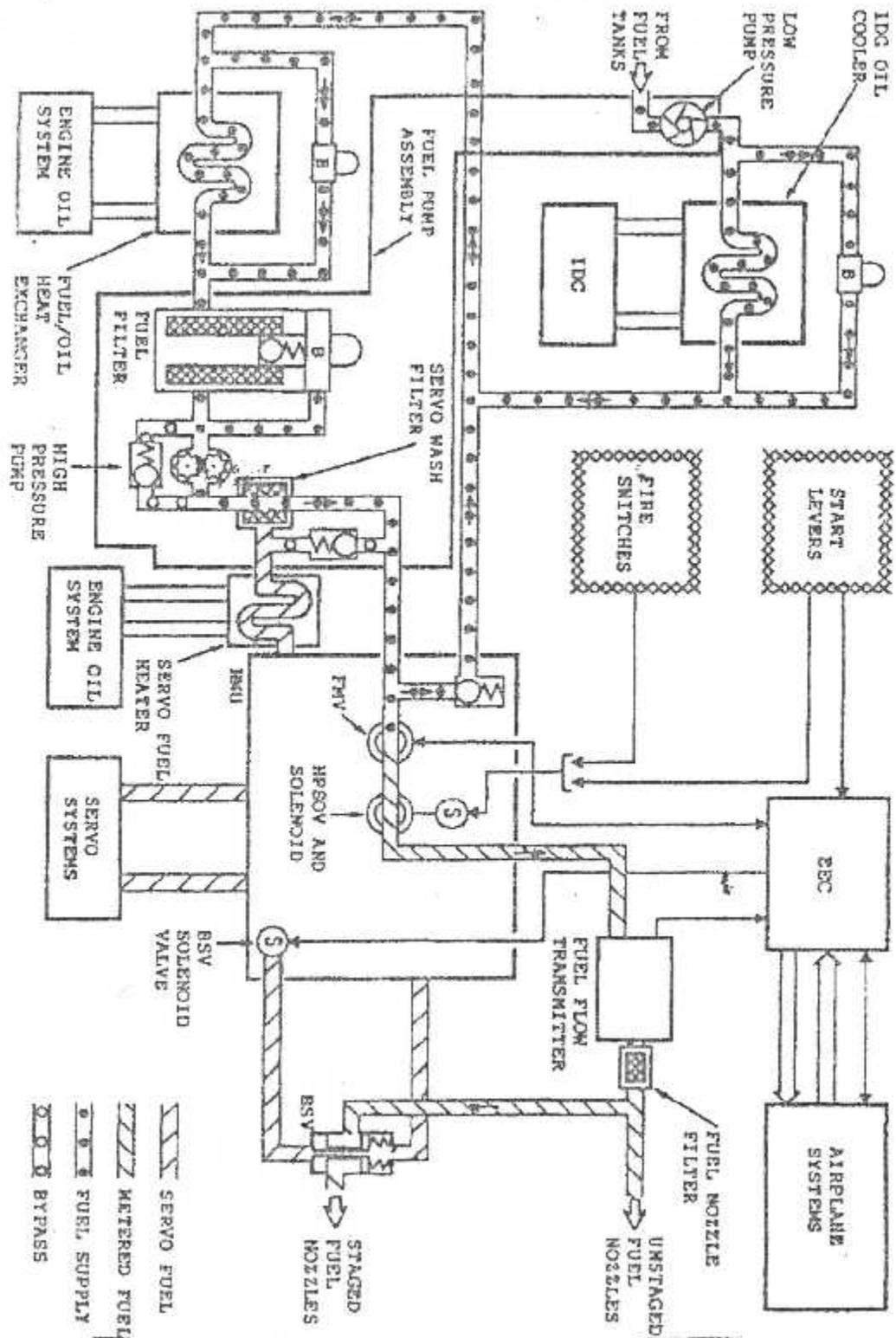


FIG (II-1) : LE CIRCUIT CARBURANT

II-2 CIRCUIT DE GRAISSAGE :

II-2-1 ROLE DU CIRCUIT DE GRAISSAGE :

Le rôle du circuit de graissage est de :

- Lubrifier.
- Refroidir.
- Nettoyer .

Les paliers de l'enceinte avant, l'enceinte arrière, la boîte de transmission et la boîte d'entraînement des accessoires .

Le circuit de graissage assure le réchauffage du carburant..

II-2-2 COMPOSITION DU CIRCUITE GRAISSAGE :

Le circuit de graissage est entièrement intégré dans la nacelle du réacteur il comprend :

- Un (01) réservoir.
- Un (01) clapet d'isolement.
- Une (01) pompe de pression.
- Trois (03) pompes de récupérations.
- Un (01) filtre principal équipé d'une by pass.
- Un (01) transmetteur de pression d'huile.
- Une (01) sonde de température d'huile.
- Un (01) filtre de récupération d'huile équipée d'un mono-contact détecteur de colmatage et d'une by pass.
- Un (01) échangeur thermique principal (huile / carburant).
- Un servo réchauffeur carburant.

II-2-3 CONTROLE DU CIRCUIT DE GRAISSAGE :

La surveillance du circuit de graissage est réalisée à partir

DES INDICATIONS :

- Pression d'huile.
- Température d'huile.

➤ Quantité d'huile.

DES ALARMES :

- Un voyant baisse de pression d'huile.
- Un voyant colmatage filtre de récupération d'huile.

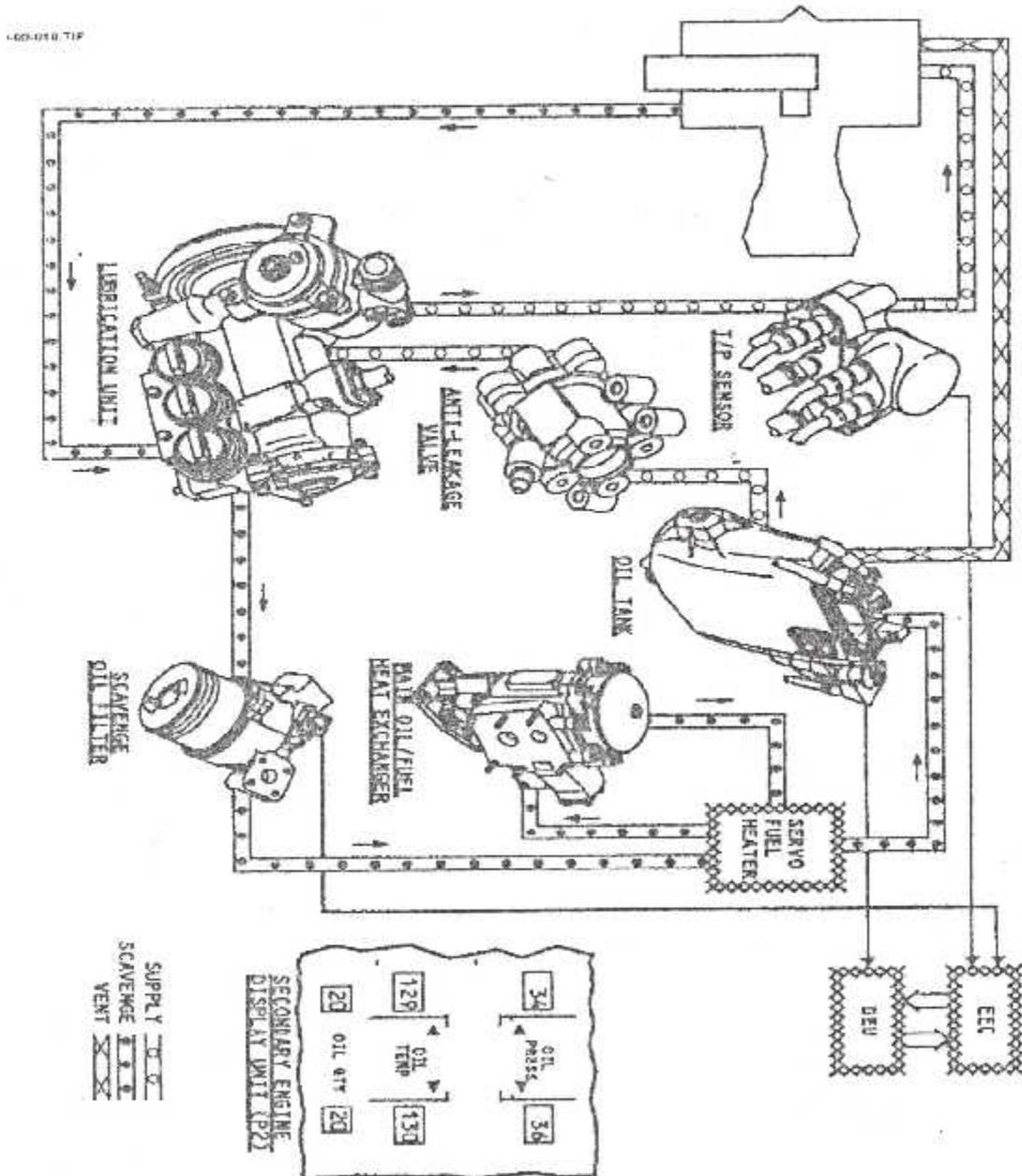


FIG (II-2) : LE CIRCUIT D'HUILE

II-3 CIRCUIT DE DEMARRAGE ET ALLUMAGE :

II-3-1 CIRCUIT DE DEMARRAGE :

Le circuit de démarrage du réacteur utilise la pression du circuit de génération pneumatique .Il peut être alimenté par :

- L'APU.
- Un des réacteurs déjà en fonctionnement.
- Un groupe de parc pneumatique.

Chaque moteur est équipé de :

- Un (01) démarreur pneumatique.
- Une(01) vanne de démarrage.
- Deux (02) boîte d'allumage (gauche et droite).
- Deux (02) bougies.

10-00-007

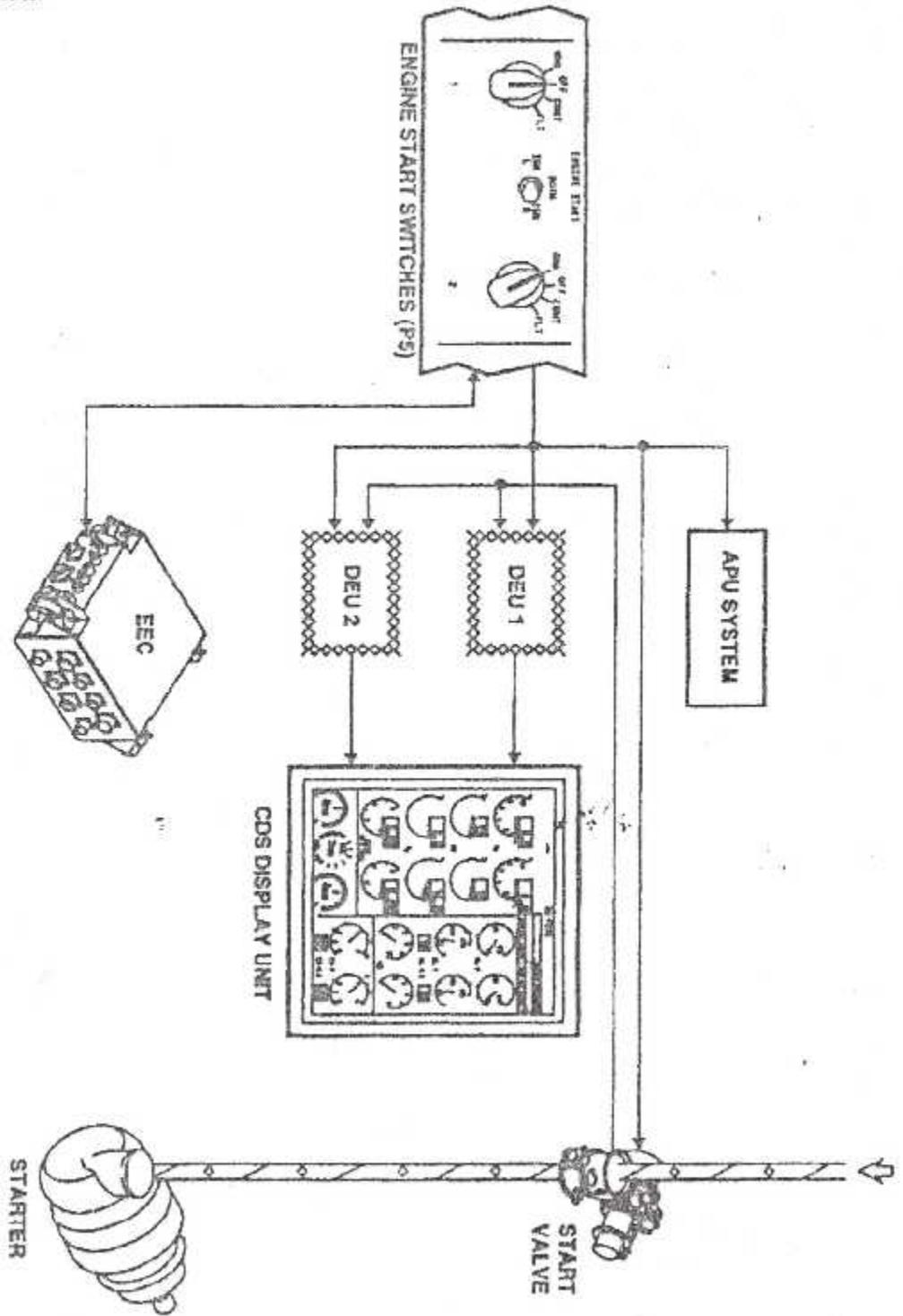


FIG (II-3) : LE CIRCUIT DE DEMARRAGE

II-3-2 CIRCUIT D'ALLUMAGE :

Le dispositif d'allumage est utilisé pour provoquer l'inflammation du mélange air / carburant dans la chambre de combustion et éviter l'extinction au cours du fonctionnement. L'ensemble est constitué de deux circuits identiques et indépendants gauche et droit.

circuit gauche :

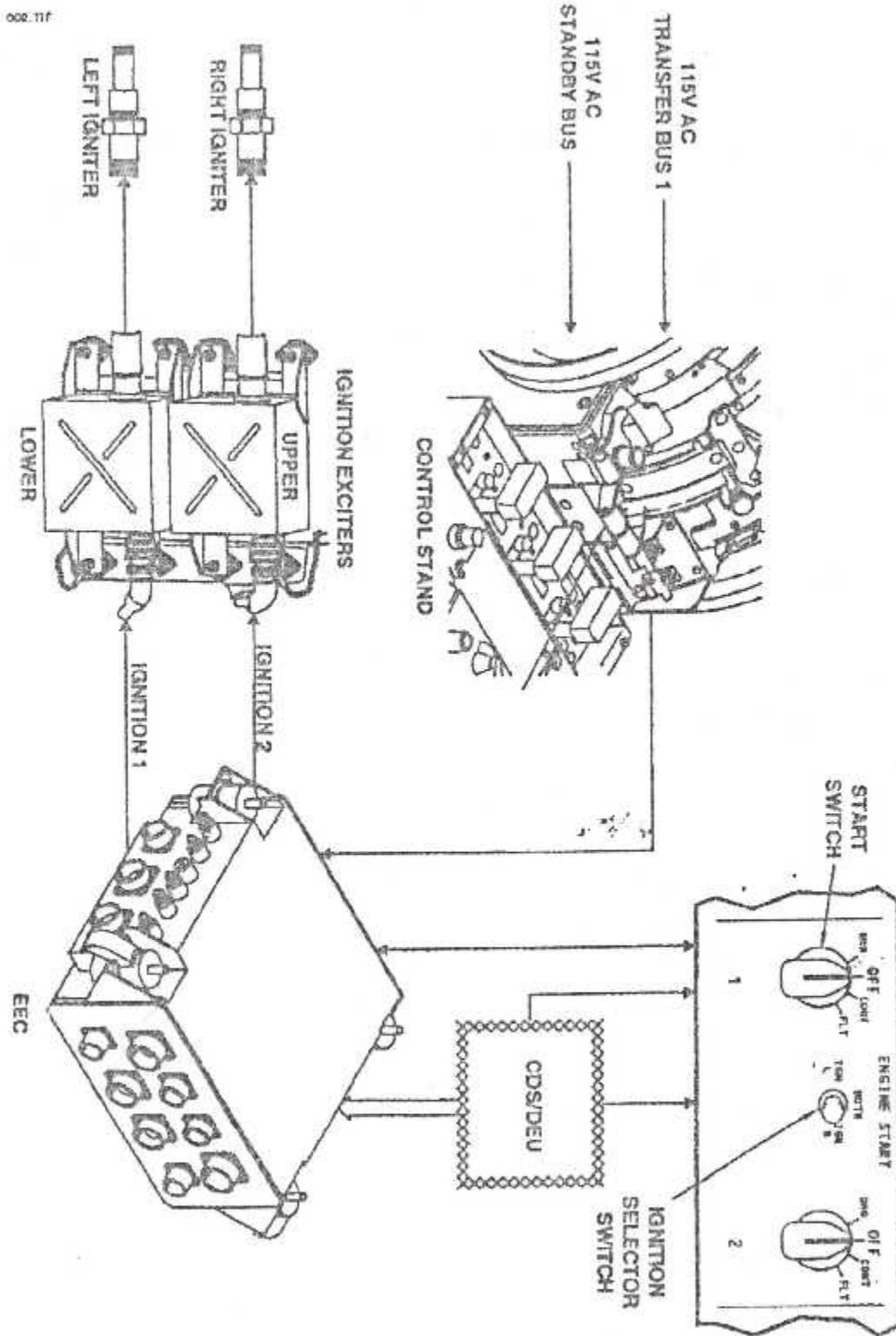
Il comprend :

- Une (01) boîte d'allumage.
- Une (01) bougie.

circuit droit :

Il comprend :

- Une (01) boîte d'allumage.
- Une (01) bougie.



002.TIF

FIG (11-4) : LE CIRCUIT D'ALLUMAGE

II-3-3 COMMANDES ET CONTROLE :

Panneau de démarrage :

Il est situé sur le panneau supérieur pilote (P5), il comprend :

- Un (01) sélecteur de démarrage.
- Un (01) sélecteur d'allumage.

a- Sélecteur de démarrage :

Le sélecteur de démarrage permet la sélection du programme de fonctionnement du démarreur. Il comprend quatre (04) positions :

- OFF (ARRET).
- GROUND (SOL).
- CONT (ALLUMAGE CONTINU).
- FLT (REALLUMAGE en VOL).

b- sélecteur d'allumage :

Le sélecteur d'allumage permet la sélection du programme de fonctionnement des circuits d'allumages. Il comprend trois (03) positions :

- LEFT (BOITE D'ALLUMAGE GAUCHE).
- RIGHT (BOITE D'ALLUMAGE DROITE).
- BOTH (BOITE D'ALLUMAGE GAUCHE ET DROITE).

II-4-CIRCUIT REVERSE :

L'énergie utilisée pour déplacer les demi-couronnes mobiles de l'inverseur de poussée est fournie par le circuit hydraulique avion. Le circuit hydraulique avion alimente l'inverseur de poussée du moteur n°1 (gauche) Le circuit A.

Le circuit Hydraulique B alimente l'inverseur de poussée du moteur n°2 (droite). Néanmoins un circuit hydraulique secours peut alimenter l'inverseur de pousser de n'importe quel moteur en cas de panne hydraulique des circuits A ou B.

Le système d'inversion de poussée comprend :

- Un (01) ensemble de commandes, contrôles et retour d'asservissement.
- Six (06) vérins hydrauliques.
- Deux (02) sync lock.
- Une (01) vanne d'isolement hydraulique .
- Une (01) vanne de sélection du sens de rotation .
- Deux (02) demi couronnes (gauche et droite).
- Dix (10) portes.
- Douze (12) cascades.

Le contrôle de la reverse se fait par :

- L'unité électronique de contrôle moteur qui gère les transducteurs Linéaires à déplacement variable.
- L'EAU qui gère les switch de proximité, les deux syn lock , La vanne d'isolement hydraulique et la vanne de sélection du sens de rotation.

SIGNALISATION :

- Un voyant REV apparaît sur l'indicateur NI quand la reverse est sélectionnée.
 - Le voyant s'allume ambre quand la reverse est en transite .
 - Le voyant s'allume vert quand la reverse est sortie et verrouillée .
« le voyant REV et géré par la l'unité électronique de contrôle moteur (EEC) »
- λ ➤ Un voyant REVERSE s'allume ambre pondant 10.5 secondes lors de la rentrée reverse.
- Il s'allume ambre et reste allume quand il y a une panne reverse.
« le voyant reverse et géré par l'EAU »

II-5 CERCUIT DE COMMANDE :

Chaque réacteur est équipé de :

- Une (01) manette de poussée.
- Une (01) manette de démarrage.
- Une (01) manette reverse.

- Une (01) manette poignée coupe feu.
- La commande de la poussée par l'auto manette.

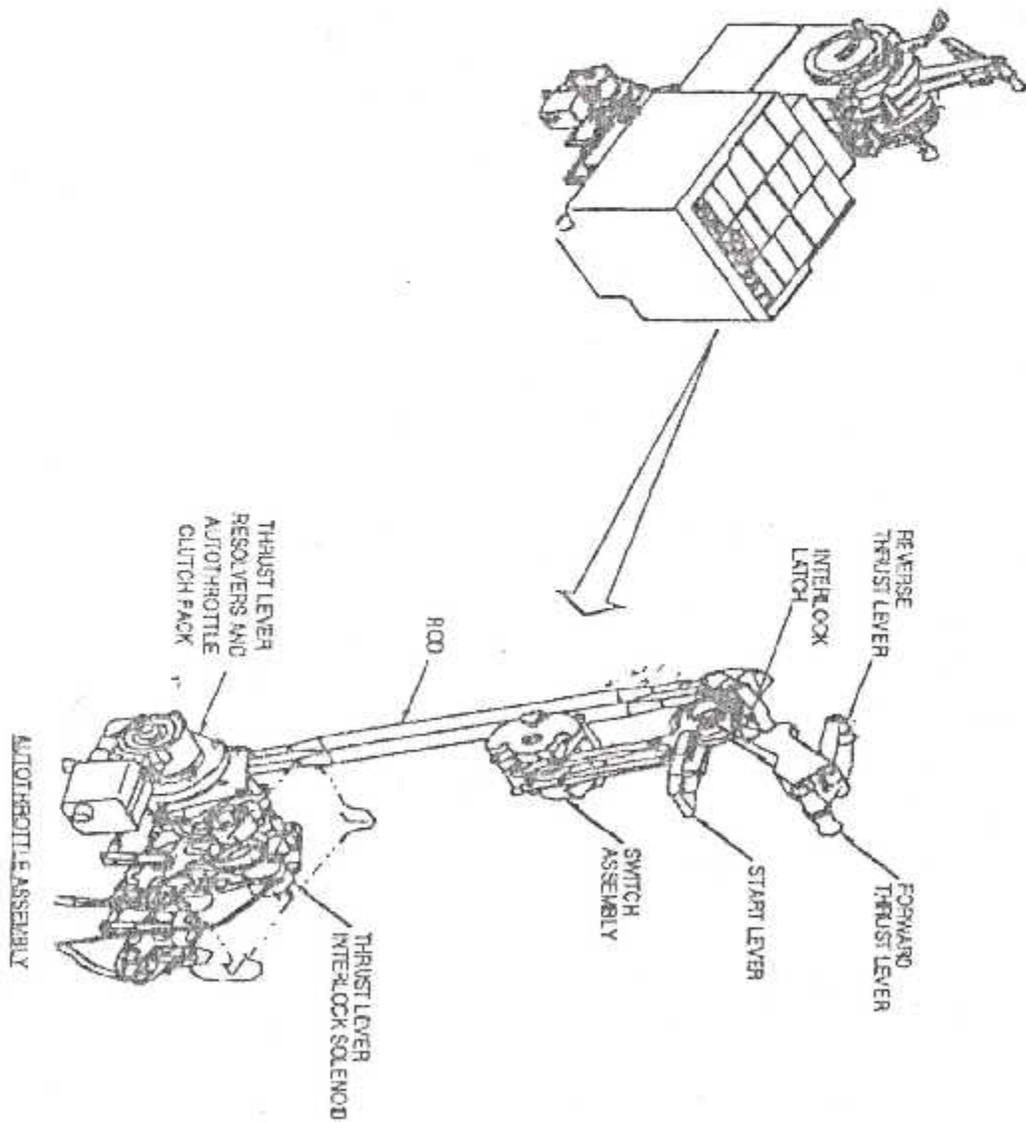


FIG (II-5) : CIRCUIT DE COMMANDE

II-6 DISPOSITIF ANTI POMPAGE :

La protection anti-pompage du réacteur CFM 56-7B est assurée par une variation de l'angle de calage :

- Des aubes de prérotation (IGV).
- Des aubes de stators des trois (03) premiers étages de compresseur haute pression.
- Douze (12) vannes de décharge à section variable (VBV) installées sur la veine de refoulement de compresseur basse pression.
- Une (01) vanne de décharge transitoire qui décharge de l'air de 9^{ème} étage compresseur haute pression ver la turbine 1^{er} étage turbine basse pression lors du démarrage et de l'accélération moteur.

Les carters turbine haute pression et basse pression sont refroidis par de l'air afin de minimiser le jeu entre les ailettes et les carters afin d'augmenter la poussée.

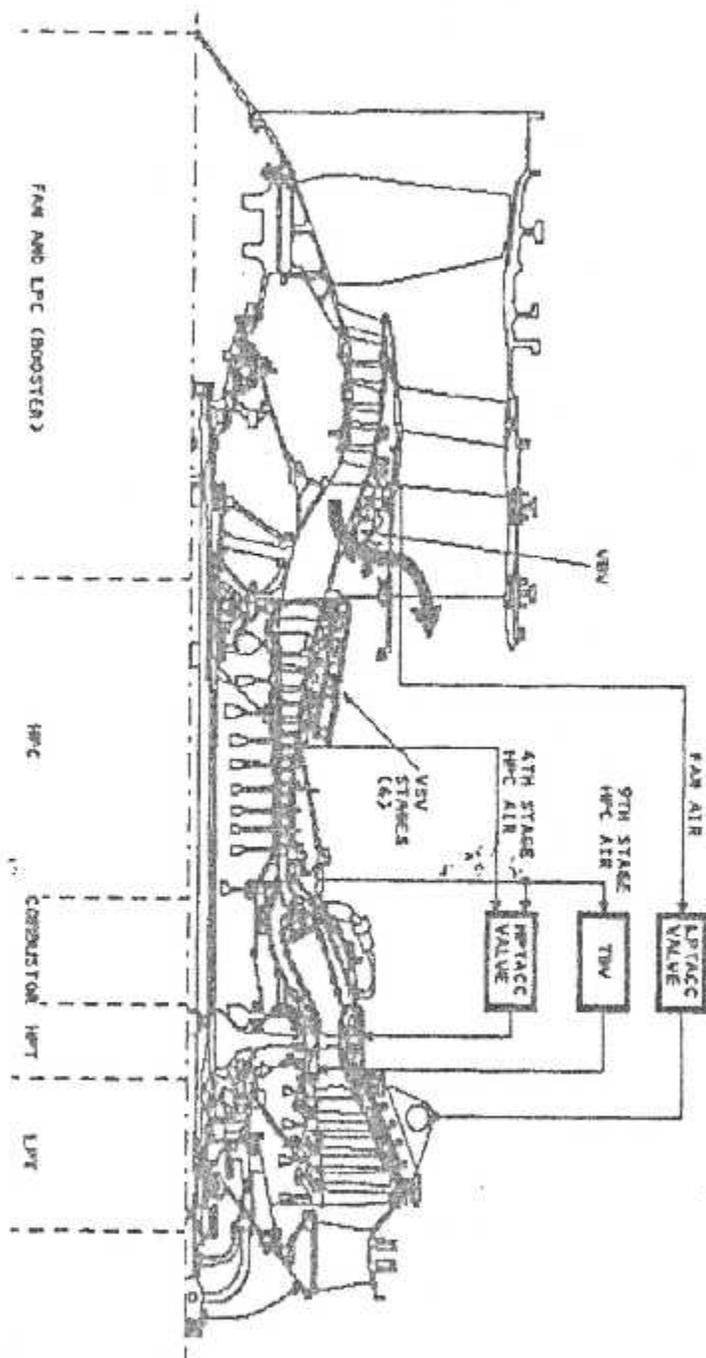


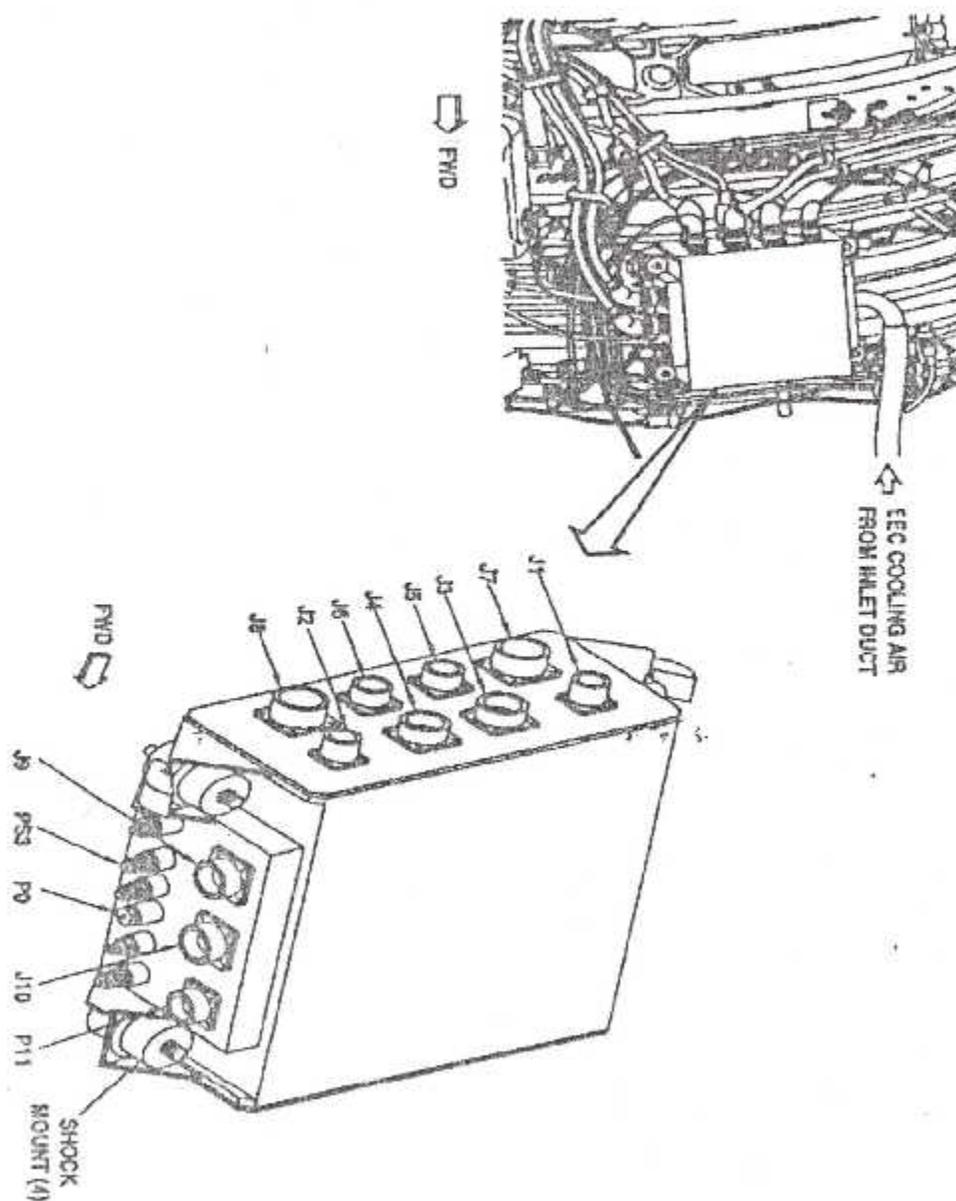
FIG (II-6) : DISPOSITION ANTI-POMPAGE

II-7 UNITE ELECTRONIQUE DE CONTROLE MOTEUR (EEC) :

L'unité électronique de contrôle moteur est un microprocesseur électronique digitale. Il est fixé sur le carter fan.

- Il comporte dix (10) prises électriques identifiées de J1 à J10
- Il est refroidit par de l'air ambiant.

FIG (II-7) L'UNITE ELECTRONIQUE DE
CONTROLE MOTEUR (EEC)



- ❖ L'unité électronique de contrôle moteur assure les fonctions suivantes :
- Le contrôle de la poussée moteur.
- Gère le circuit reverse.
- Gère le circuit de démarrage et allumage.
- Gère le circuit d'air.
- Gère le circuit carburant.
- L'interface moteur / calculateur auto-manette.
- L'interface motrice / calculateur de gestion de vol.
- La protection limite des paramètres N1, N2, et EGT.
- Mémoire des pannes des dix (10) derniers vol.
- Affiche les pannes des dix (10) derniers vol au niveau de l'écran d'affichage.

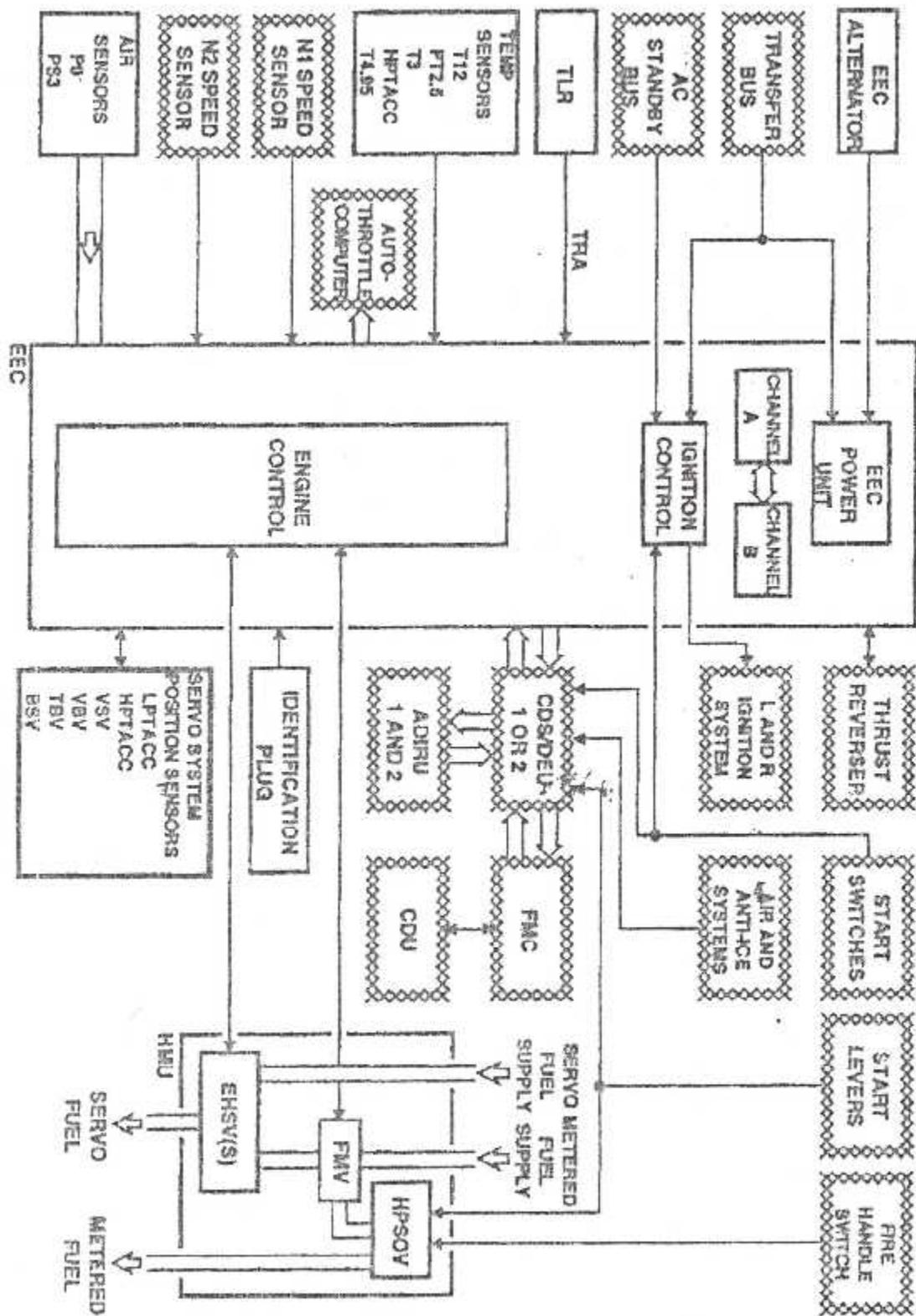


FIG (11-8): LES FONCTIONS DE LA EEC

II-8 SYSTEME D'INDICATION :

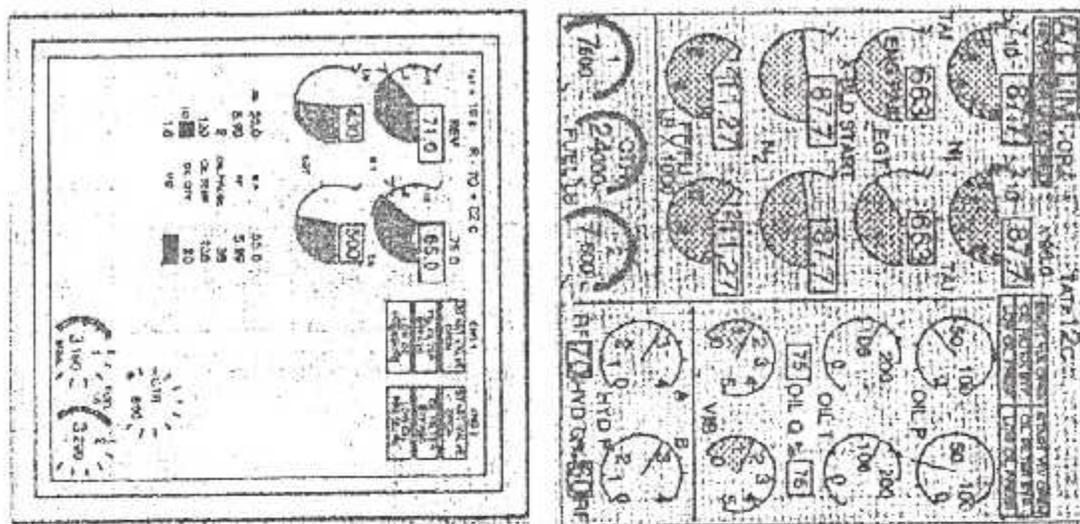
- ❖ La surveillance du fonctionnement des réacteurs est effectuée à partir :
 - D'indicateurs situés sur l'écran supérieur et inférieur au panneau P2 du cockpit.
 - N1.
 - EGT.
 - N2.
 - Mesure du débit de carburant.
 - Pression d'huile.
 - Température d'huile.
 - Quantité d'huile.
 - Vibrations.

- ❖ Sur l'écran supérieur apparaissent les paramètres primaires moteur :
 - N1 (vitesse de rotation attelage basse pression).
 - EGT (température des gaz d'échappement).

- ❖ Sur l'écran inférieur apparaissent les paramètres secondaires moteur :
 - N2 (vitesse de rotation de l'attelage haute pression).
 - Mesure du débit carburant.
 - Pression d'huile.
 - Température d'huile.
 - Quantité d'huile.
 - Vibration (N1 / N2).

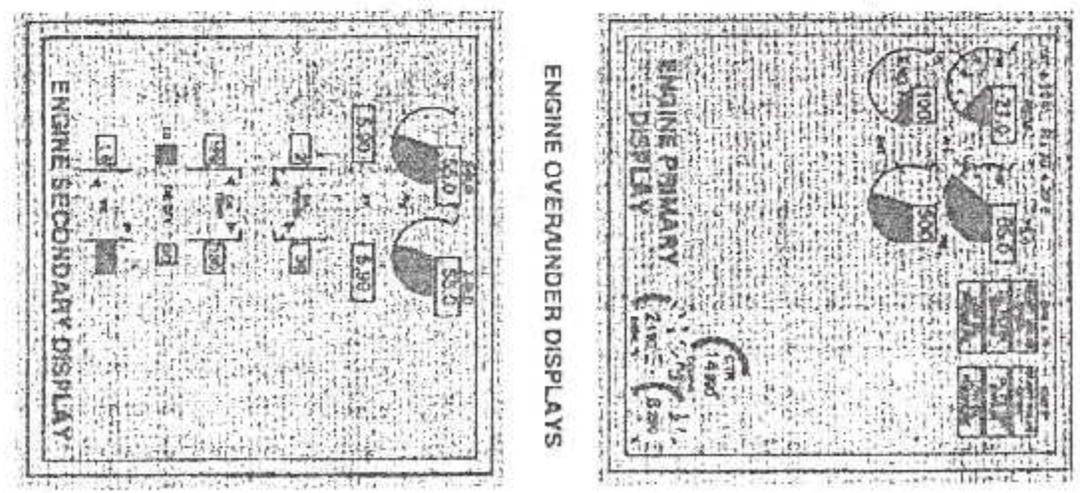
Le BOEING 737-800 NG est équipé de deux (2) écrans d'affichage (CDU) situées dans le cockpit panneau P2. L'écran d'affichage (CDU) a deux fonctions :

- Il sert de calculateur de gestion de vol pour l'équipage.
- Il sert d'écran d'affichage pour la maintenance.



ENGINE
SIDE BY SIDE
DISPLAY

COMPACTED
ENGINE
DISPLAY



ENGINE OVER/UNDER
DISPLAYS

ENGINE SECONDARY
DISPLAY

FIG (11-9): SYSTEME D'INDICATION

Chapitre III

DESCRIPTION DE L'INVERSEUR DE POUSSEE DU CFM56-7B

III- 1- INTRODUCTION :

Le dispositif d'éjection assure :

- Le détente du flux primaire.
- La détente et l'inversion de poussée du flux secondaire.

III-2- PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT :

La tuyauterie est à géométrie fixe au régime de décollage le flux primaire développe 20% de la poussée totale du réacteur.

La tuyère secondaire est constituée de deux demi-couronnes. En configuration normale la détente du flux secondaire assure 80% de la poussée totale du réacteur.

En inversion de poussée la partie extérieure des deux demi-couronnes mobiles d'éjection se déplacent vers l'arrière. Ce déplacement entraîne l'obstruction de la veine secondaire et démasque des grilles d'éjection latérales.

La totalité du flux secondaire est alors déviée radialement et développe vers l'avant une poussée inverse.

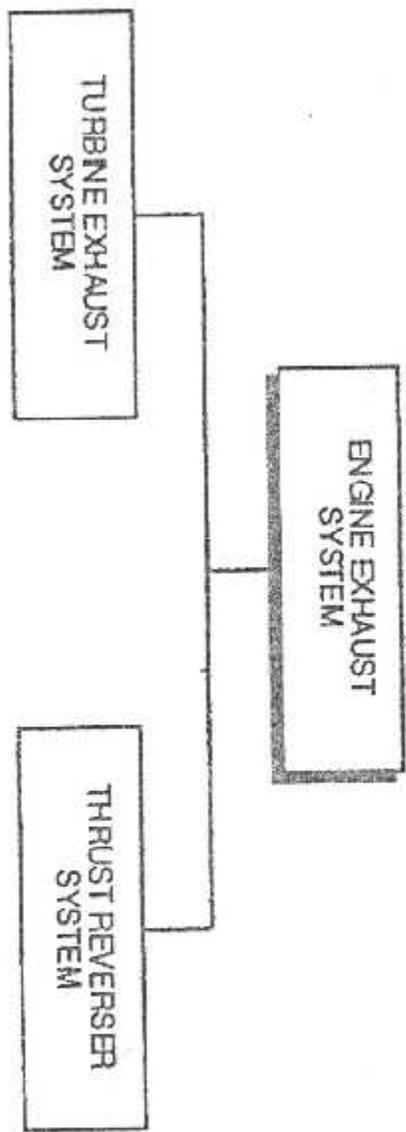
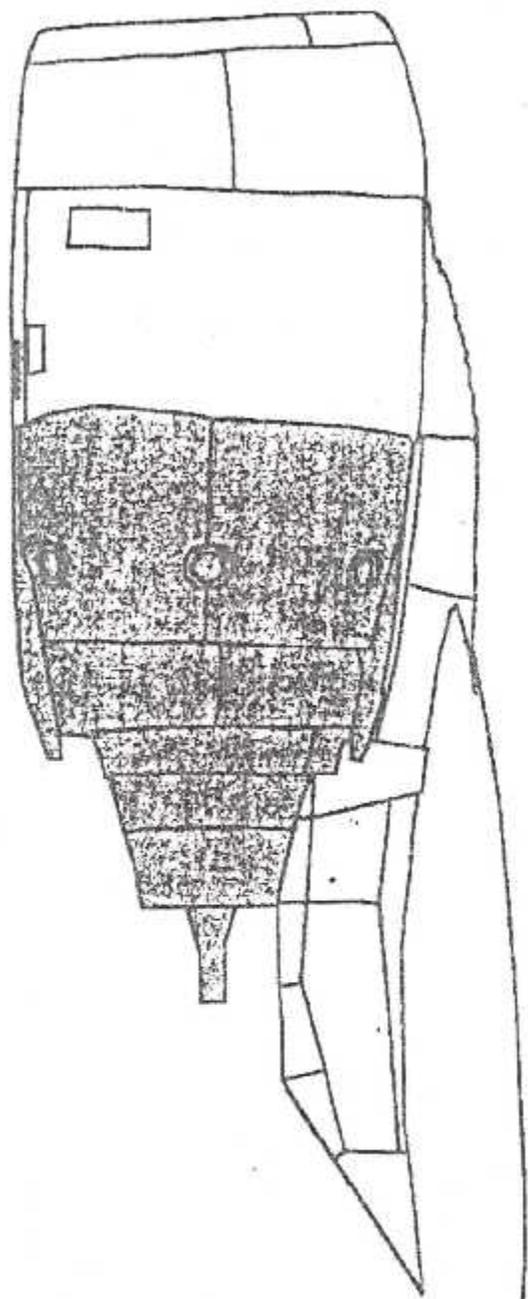


FIG (III-1) : DISPOSITION D'EJECTION

III-3 ROLE DE LA REVERSE :

Le rôle de l'inverseur de poussée est d'inverser le flux secondaire afin de freiner l'avion au sol lors :

- De l'atterrissage
- D'une accélération arrêt = décollage avorté.

L'énergie utilisée pour déplacer les demi-couronnes mobiles de l'inverseur de poussée est fournie par le circuit hydraulique avion.

Le circuit hydraulique de BOEING 737-800 nouvelle génération comprend trois (03) circuits hydrauliques :

- Circuit hydraulique A
- Circuit hydraulique B
- Circuit hydraulique SECOURS

Le circuit hydraulique A alimente l'inverseur de poussée du moteur N°1 (gauche)

Le circuit hydraulique B alimente l'inverseur de poussée du moteur N°2(droit)

le circuit hydraulique SECOURS permet d'alimenter l'inverseur de poussée de n'importe quel moteur en cas de panne hydraulique des circuits A ou B.

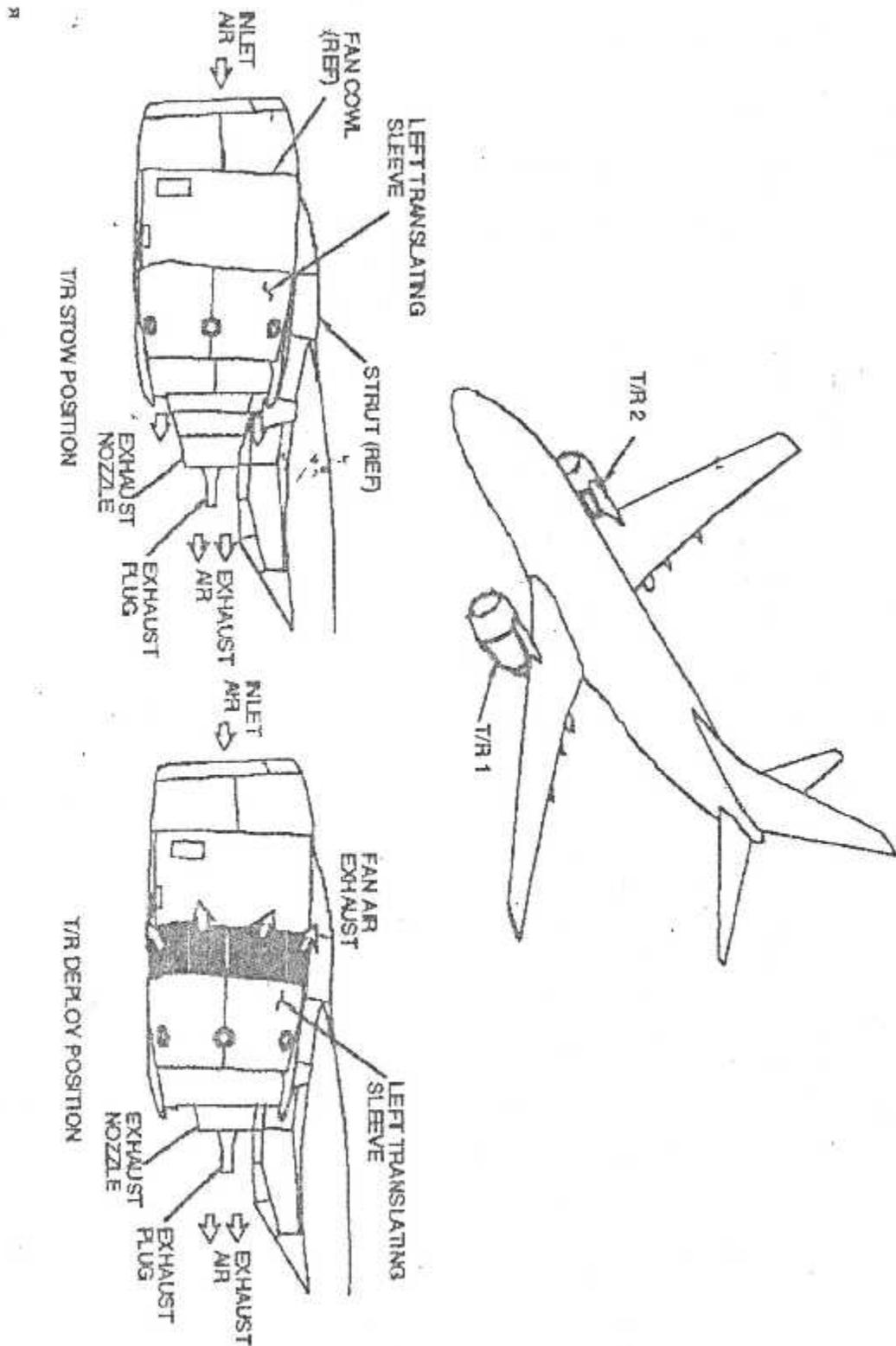


FIG (III-2) : DESCRIPTION DU SYSTEME D'EJECTION

III-4- COMPOSITION DE LA REVERSE :

Le circuit d'inverseur de poussée comprend :

- Deux (02) demi-couronnes (gauche et droite)
- Deux (02) SYNC LOCK (verrouilleur de synchronisation)
- Six (06) vérins hydraulique
- Dix (10) portes
- Douze (12) cascades
- Deux (02) portes de surpression
- Six (06) portes de visite (inspection)
- Quatre (04) points de désactivation (stockage)
- Deux (02) transducteurs linéaires à déplacement variable(LVDT)
- Deux (02) switch de proximité
- Deux (02) capots reverse (gauche et droit)
- Deux (02) vérins d'ouverture et de fermeture capot reverse
- Six (06) sauterelles capots reverse
- Une (01) vanne d'isolement hydraulique
- Une (01) vanne de sélection de sens de rotation.

Le circuit d'inverseur de poussée est commandé par :

- Une(01) manette reverse pour chaque réacteur.
- Une(01) unité de contrôle électronique moteur (EEC) pour chaque moteur
- L'EAU pour les deux réacteurs.

2002

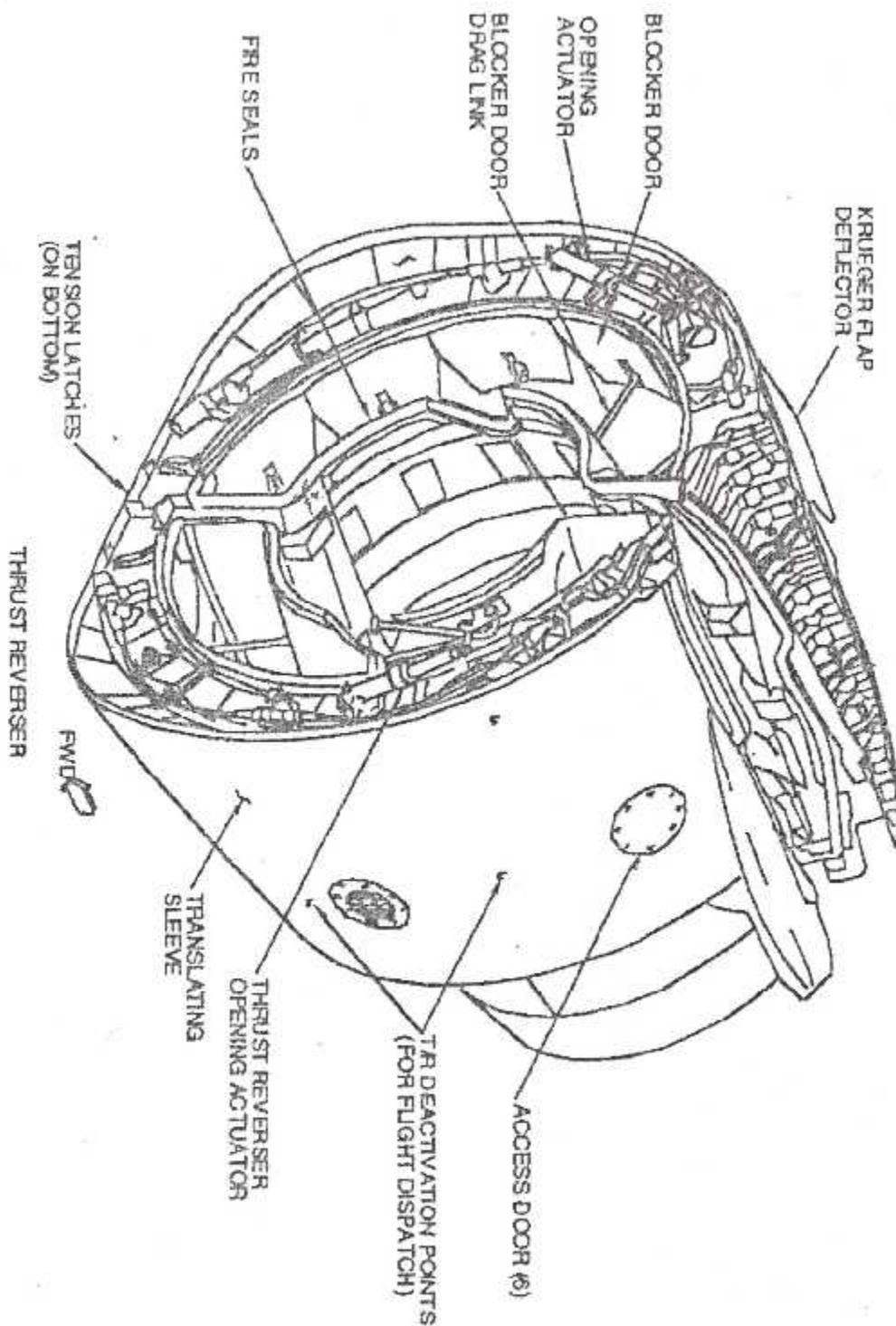


FIG (III-3) : DESCRIPTION DE LA REVERSE

III-4-1- DEMI-COURONNE :

Chaque demi-couronne comprend :

- Un (01) SYNC LOCK.
- Trois (03) vérins hydraulique.
- Cinq (05) portes.
- Six (06) cascades.
- Un (01) vérin d'ouverture et de fermeture capot.
- Trois(03) portes de visite.
- Deux (02) points de désactivation.
- Une(01) porte de surpression.

III-4-2- SYNC LOCK

ROLE :

Le rôle de verrouilleur de synchronisation (SYNC LOCK) est de maintenir la reverse en position fermée tant qu'il n'y a pas de signal de demande de sortie reverse.

Il comporte un surpassement qui permet de faire fonctionner les vérins hydrauliques lors des essais de maintenance ou d'ouverture et fermeture reverse au sol .

Le verrouilleur de synchronisation (SYNC LOCK) est localisé sur la partie inférieure de la demi-couronne.

Il comprend :

- Une (01) prise électrique avec un solénoïde.
- Un (01) verrouillage mécanique.
- Un (01) surpassement.

Lors de la sélection sortie reverse le solénoïde est excité ce qui permet de déverrouiller le verrouillage mécanique permettant ainsi à l'hydraulique d'aller vers les trois(03) vérins pour ouvrir la reverse.

Le verrouilleur de synchronisation est désexcité 18 secondes après la sélection rentrée reverse.

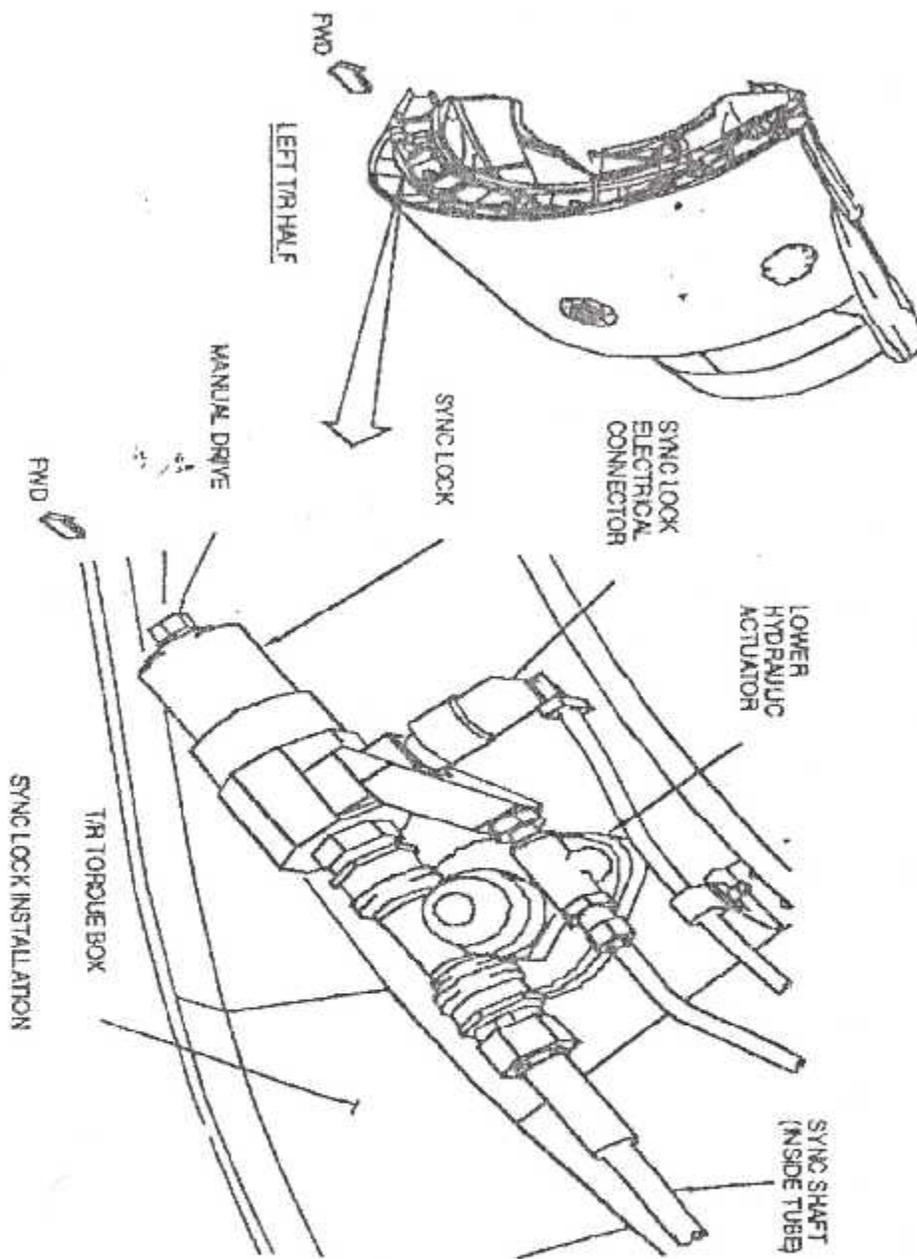


FIG (III-4) : LE SYNCLOCK

III-4-3- VERINS :

Chaque demi-couronne comprend trois vérins hydraulique :

- Un (01) vérin supérieur.
- Un (01) vérin central..
- Un (01) vérin inférieur.

Le vérin supérieur est de type verrouilleur tandis que les vérins central et inférieur sont du type non-verrouilleur.
Les vérins central et inférieur sont interchangeable entre eux mais ne sont pas interchangeable avec le vérin hydraulique supérieur.

VERIN HYDRAULIQUE SUPERIEUR :

Il est localisé sur le côté supérieur de la demi-couronne de l'inverseur de poussée.

Il comprend :

- Une (01) tuyauterie de pression (sortie vérin).
- Une (01) tuyauterie de retour (rentrée vérin).
- Un (01) vérin.
- Un (01) mécanisme de verrouillage interne.
- Un (01) surpassement manuel..
- Un (01) retour d'asservissement (transducteur linéaire à déplacement variable).

Les vérins hydrauliques central et inférieur comprennent chacun :

- Une (01) tuyauterie de pression (sortie vérin).
- Une (01) tuyauterie de retour (rentrée vérin).
- Un (01) vérin.

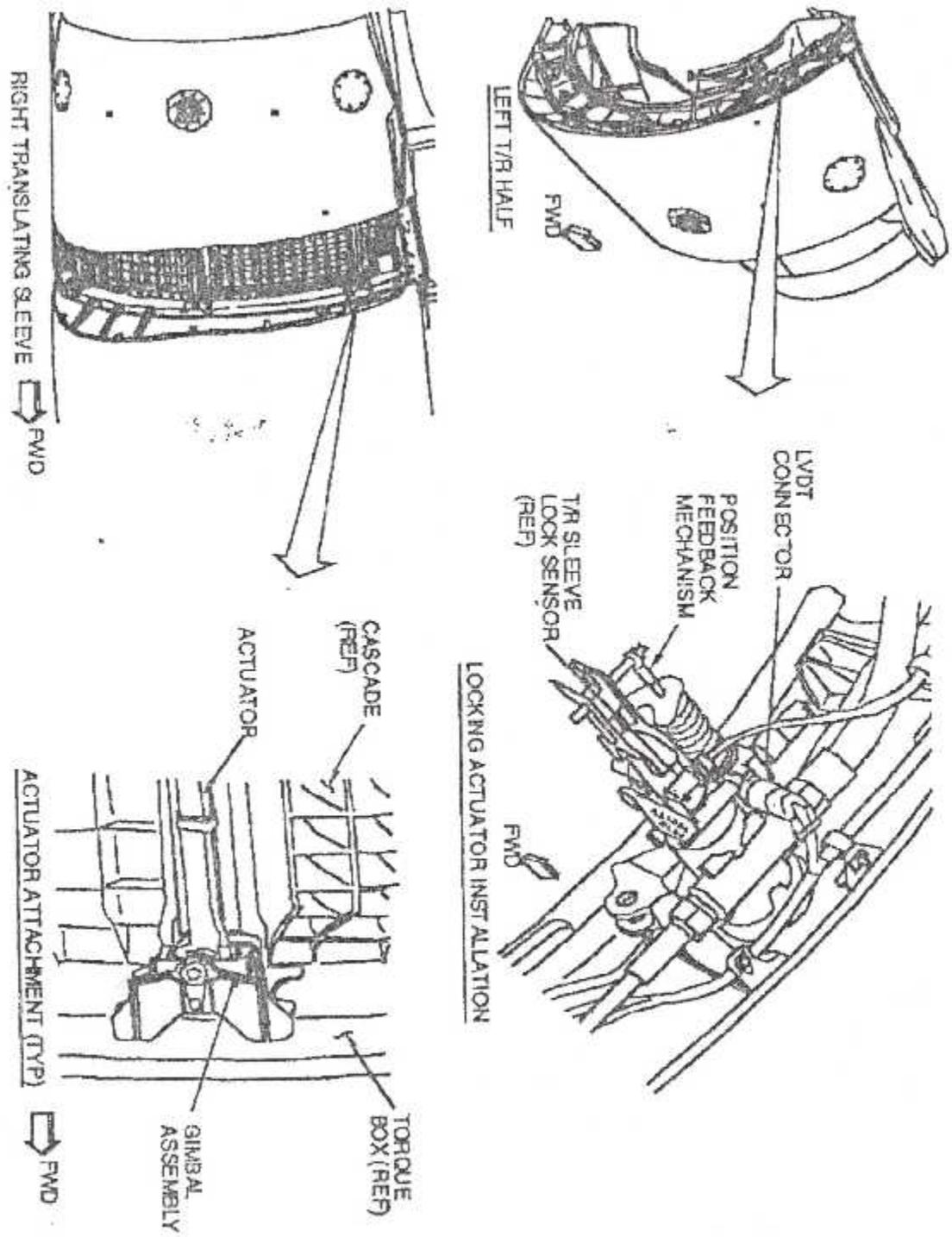


FIG (III-5): VERIN HYDRAULIQUE

III-4-4 PORTES :

Chaque demi-couronne comporte cinq (05) portes.

Quand les portes sont fermées le flux secondaire assure la poussée.

Quand les portes sont ouvertes à la sortie reverse elles dévient l'air secondaire vers l'avant assurant l'inversion de poussée.

III-4-5 CASCADES :

Chaque demi-couronne comporte six (06) cascades ; les cascades ne sont pas identiques, elles ne sont pas interchangeables.

Chaque cascade est fixée de façon à dévier l'air dans un angle de déviation bien précis.

Quand les portes reverses s'ouvrent, elles démasquent les cascades qui permettent de dévier l'air vers l'avant assurant ainsi l'inversion de poussée.

III-4-6 VERIN D'OUVERTURE ET DE FERMETURE :

Chaque capot reverse est muni d'un vérin d'ouverture et de fermeture.

Il y a deux façons d'ouvrir le capot reverse :

- Manuellement
- Pompe hydraulique

Il est recommandé d'ouvrir le capot reverse à l'aide d'une pompe à main hydraulique.

Le vérin hydraulique comporte :

- Une (01) prise pour la tuyauterie hydraulique.
- Un (01) témoin d'ouverture.

Quand le capot reverse est complètement ouvert un collier de couleur rouge apparaît ce qui signifie que le capot reverse est ouvert et verrouillé ouvert.

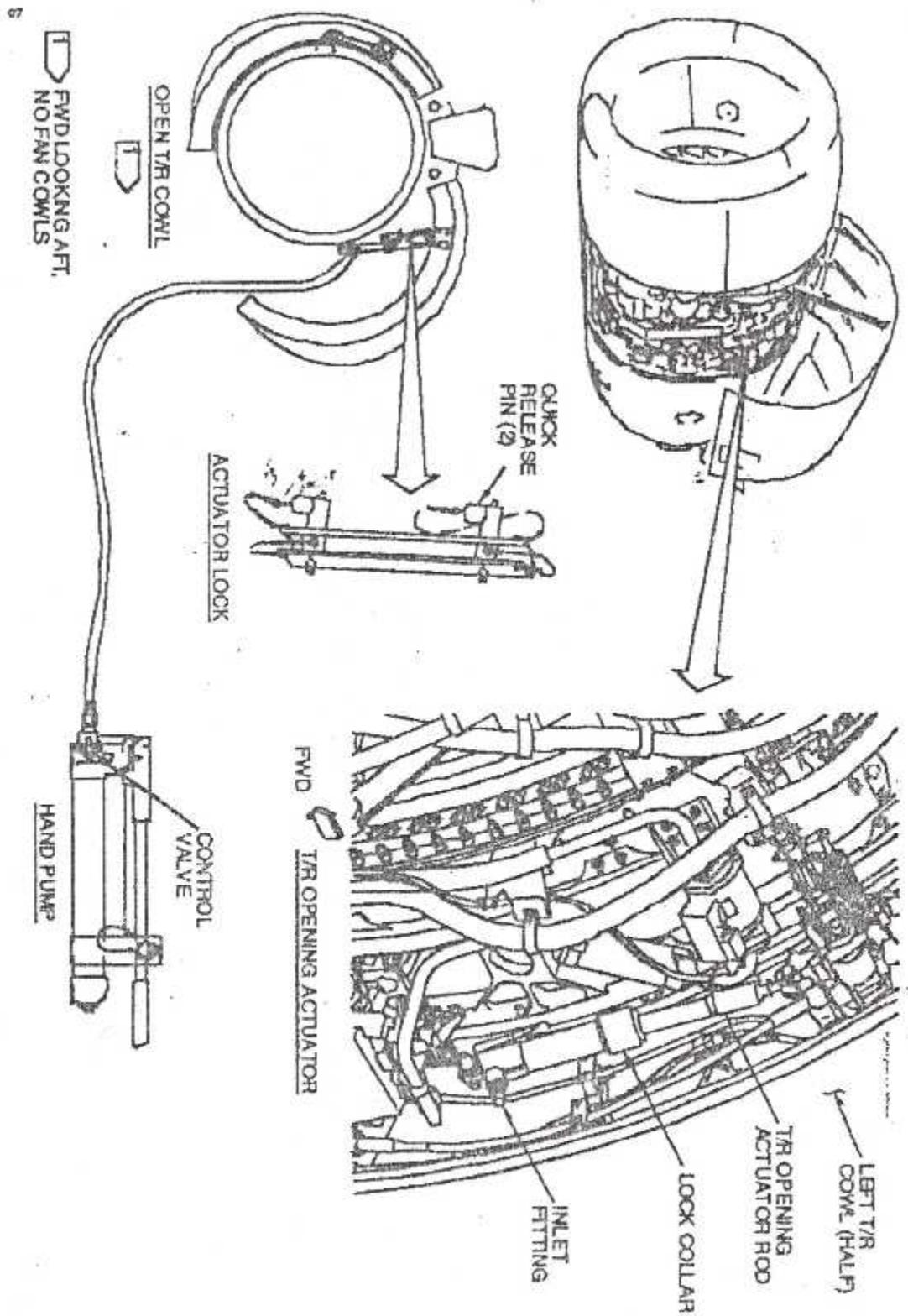


FIG (III-6) : VERIN D'OUVERTURE DE
CAPOT REVERSE

III-4-7 PORTES DE VISITE :

Chaque demi-couronne comporte trois (03) portes de visite.
Chaque porte permet d'inspecter le vérin hydraulique.

III-4-8 POINT DE DESACTIVATION :

Chaque demi-couronne comporte deux points de désactivation.
Quand la reverse est fonctionnelle, les points de désactivation sont munis de caoutchouc.

En cas de panne reverse, afin de ne pas bloquer l'avion, deux tiges de désactivation sont placées dans les points de désactivation de la demi-couronne après avoir enlever le caoutchouc permettent de maintenir la reverse stocker en position fermée.

L'utilisation de la reverse sera impossible.

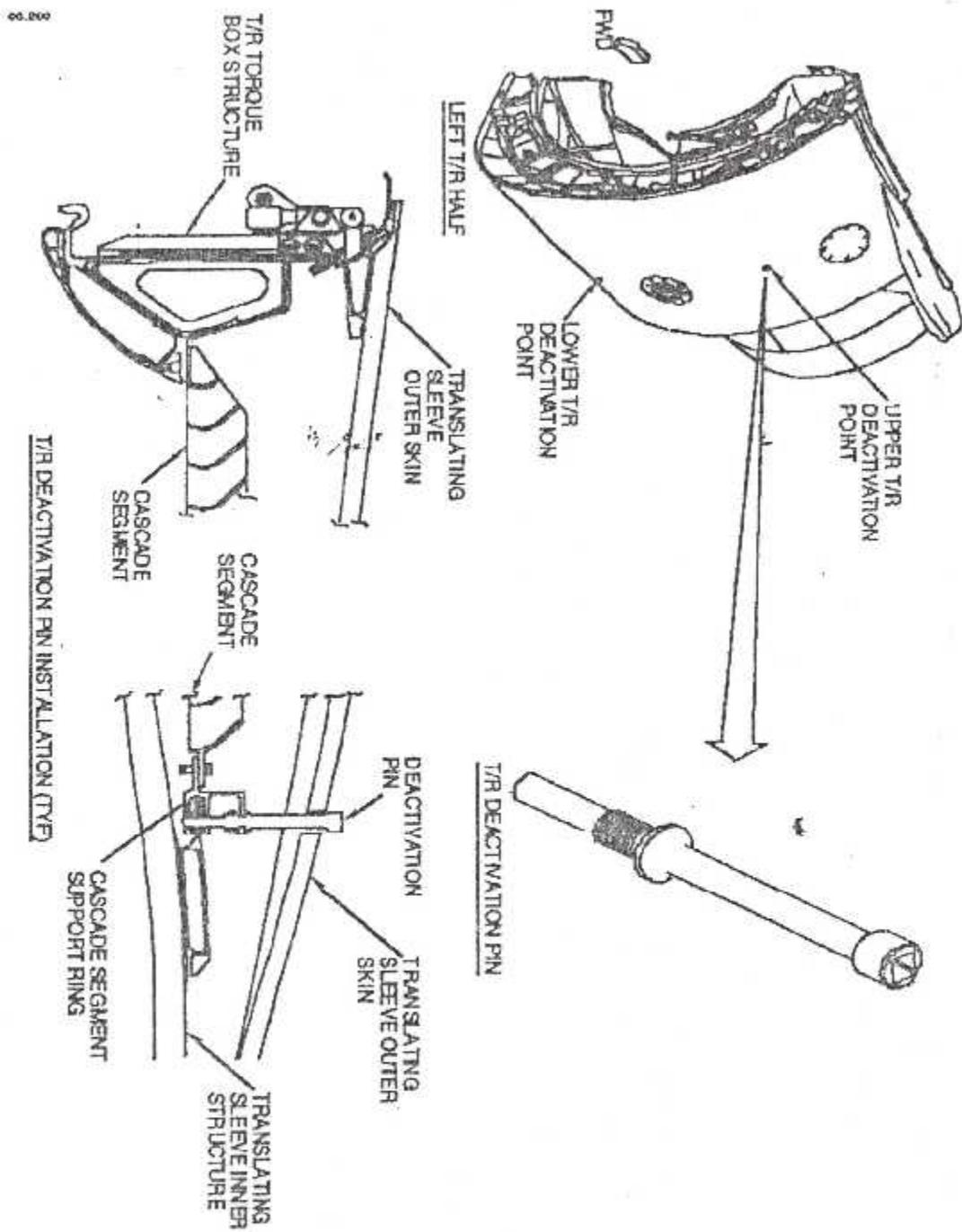


FIG (III-7) : LES POINTS DE DESACTIVATION

III-4-9 PORTE DE SURPRESSION :

Chaque capot reverse est muni d'une porte de surpression. En cas d'augmentation de pression (surpression) dans la nacelle la porte de surpression s'ouvre déchargeant la pression d'air vers l'extérieur évitant ainsi la détérioration de capot reverse.

III-4-10 TRANSDUCEUR LINEAIRE A DEPLACEMENT VARIABLE :

Le vérin hydraulique supérieur de chaque demi couronne est équipé d'un transducteur linéaire à déplacement variable (LVDT) .

Le rôle de ce transducteur est d'envoyer à l'unité électronique de contrôle moteur (EEC) la position de la reverse afin que ce dernier puisse :

- Gérer le voyant REV.
- Gérer la poussée inverse.

Lors de la sélection de sortie reverse le transducteur envoie le signal de position reverse à l'unité électronique de contrôle moteur (EEC).

- Quand la reverse est entre 10% et 90% de la course ,L'unité électronique de contrôle moteur (EEC) allume le voyant REV en couleur ambre sur l'indicateur N1 ce qui signifie que la reverse est en transit.
- Quand la course de la reverse est supérieur à 90% l'unité électronique de contrôle moteur (EEC) allume le voyant REV en couleur verte ce qui signifie que la reverse est sortie et verrouillée.
- Quand la course de la reverse atteint 60% l'unité électronique de contrôle moteur (EEC) excite le salenoïde de verrouillage ce dernier déverrouille la manette reverse cette dernière peut aller vers les détentes (1,2 ou maximum).

NB :Le système de verrouillage de la manette reverse permet de ne pas augmenter la poussée inverse tant que les reverses ne sont pas sorties.

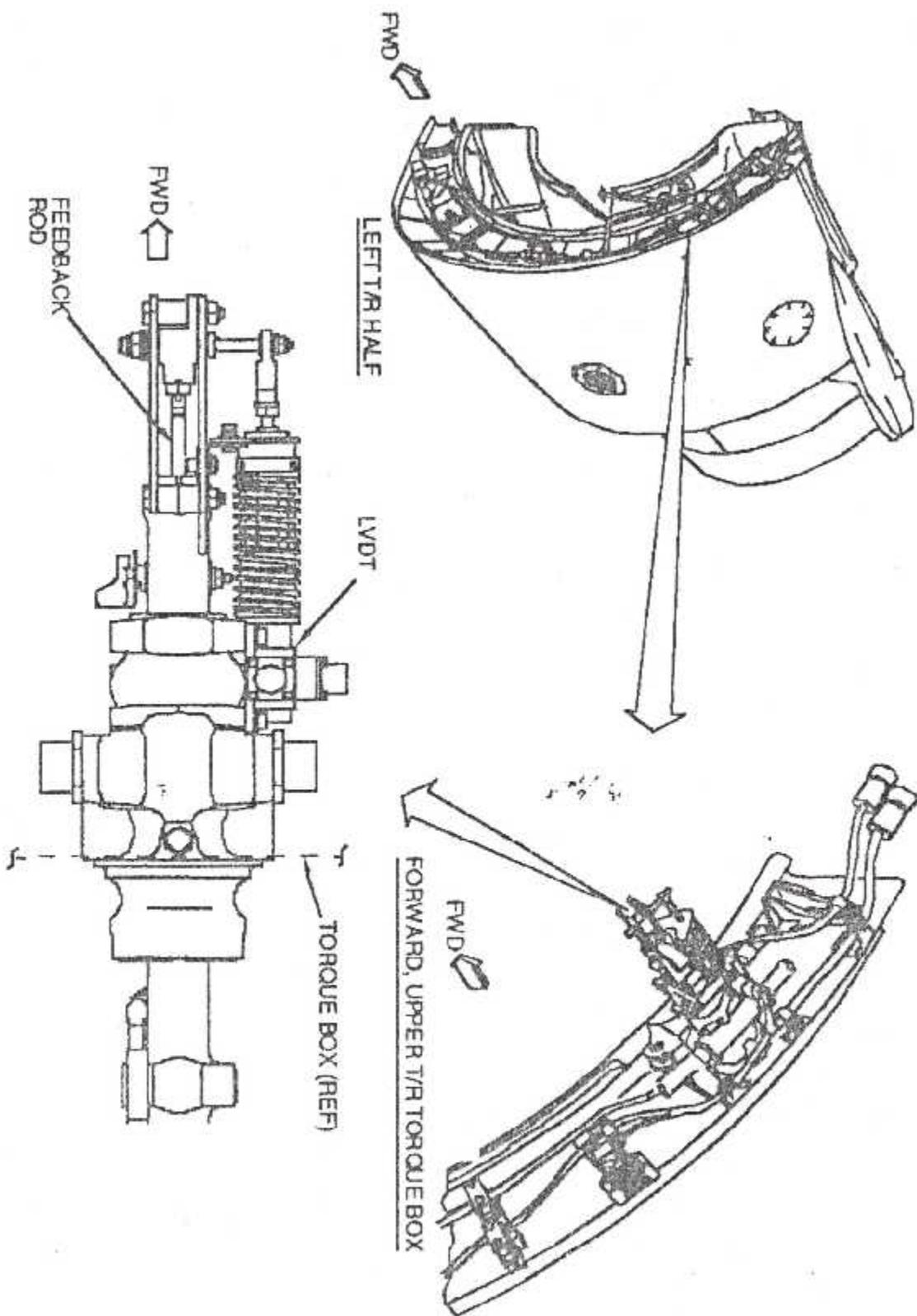


FIG (III-8) : TRANSDUCCEUR LINEAIRE A PLACEMENT VARIABLE

III-4-11 SWITCH DE PROXIMITE :

Chaque demi couronne est équipée de deux (02) switch de proximité. Le rôle des switch de proximité est de donner la position de la reverse à l'EAU afin que ce dernier puisse gérer la phase d'ouverture et de fermeture reverse.

III-4-12 CAPOT REVERSE :

Chaque reverse comporte deux capots ; le capot reverse gauche et le capot reverse droit.

Pour ouvrir le capot reverse il faut ouvrir le capot fan en premier.

III-4-13 SAUTERELLES :

Les capots reverse sont maintenus fermés par six (06) sauterelles.

Lors de l'ouverture des capots reverse il faut ouvrir les sauterelles dans le sens décroissant (6-5-4-3-2-1).

Lors de la fermeture des capots reverse il faut fermer les sauterelles dans le sens croissant (1-2-3-4-5-6)

III-4-14 L'UNITE D'ACCESSOIRE MOTEUR (EAU) :

a- LOCALISATION :

Il est localise dans la soute électronique étagère 3
Il y a un (01) seul EAU pour les reverse des deux (02) moteurs.

b- ROLE:

- ❖ Contrôle l'illumination du voyant REVERSE situé sur le panneau P5.
- ❖ Surveillance HIV (la vanne d'isolement hydraulique), DCV (la vanne de sélection de sens de rotation), switch de proximité et de synclock.
- ❖ Mémoire les pannes reverse des deux (02) moteurs.
- ❖ Affiche les pannes reverse des deux (02) moteurs.
- ❖ Actionne le système AUTORESTOW.

c- DESCRIPTION :

Sur la face frontale du EAU il y a :

- ❖ trois (03) boutons poussoirs pour la reverse du moteur 1.
- ❖ trois (03) boutons poussoirs pour la reverse du moteur 2.
- ❖ onze (11) voyants qui s'allument rouge pour le moteur 1.
- ❖ onze (11) voyants qui s'allument rouge pour le moteur 2.
- ❖ un (01) voyant qui s'allume vert pour le moteur 1.
- ❖ un (01) voyant qui s'allume vert pour le moteur 2.

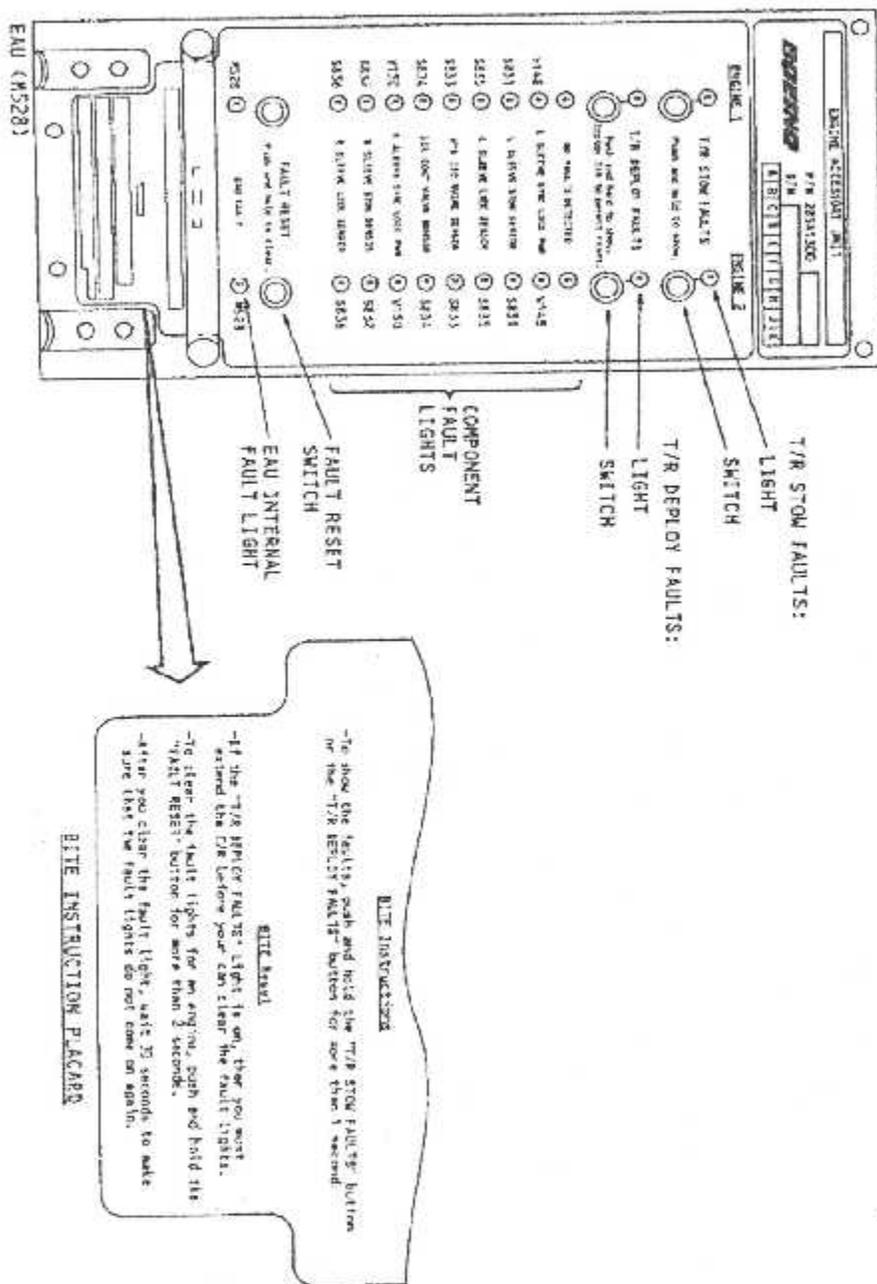


FIG III-10: SYSTEME DE CONTROLE DE LA REVERSE (EAU)