

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITÉ DE BLIDA

INSTITUT D'AERONAUTIQUE

Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du  
Diplôme des études universitaires appliquées (DEUA)  
En Aéronautique  
Option : Propulsion

Intitulé



ETUDE DU CIRCUIT CARBURANT DU REACTEUR  
GENERAL ELECTRIC CF 6-80 C2 FADEC

Présenté par :  
M<sup>r</sup> SAM Rachid  
M<sup>r</sup> ANTRI EL HABRI Amine

Promoteur :  
M<sup>r</sup> BENOMAR Abdelkader

Co - promoteur :  
M<sup>r</sup> LARBI Farid

Promotion 2000-2001



***SOMMAIRE***

# SOMMAIRE

<b>Introduction</b>	1
<b>Chapitre I : Description du réacteur CF6-80-C2FADEC</b>	
I-1- Module FAN.....	2
I-2- Module CORE.....	5
I-3-Module turbine haute pression.....	7
I-4- Module turbine basse pression.....	7
I-5- Module boîte d'entraînement d'accessoires .....	7
Caractéristiques principales du réacteur .....	9
Repérage des différents stations réacteur.....	12
<b>Chapitre II : Différents systèmes du réacteur CF6-80-C2 FADEC</b>	
II-1- Circuit de graissage .....	14
II-2- Système démarrage .....	17
II-3- Circuit reverse.....	19
II-4- Circuit de contrôle .....	22
II-5- Système EICAS .....	24
II-6- Unité électronique de contrôle moteur (EEC).....	26
<b>Chapitre III Circuit carburant du réacteur CF6-80-C2FADEC</b>	29
Généralités .....	
Rôle du circuit carburant .....	32
III-1-Description du circuit carburant.....	32
III-1-1- La pompe carburant.....	32
III-1-2- L'échangeur thermique huile carburant.....	35
III-1-3- Le filtre principal .....	35
III-1-4- Le réchauffeur servo carburant.....	35
III-1-5-Le régulateur principal carburant (HMU).....	35
III-1-6- Le débitmètre.....	42
III-1-7- L'échangeur huile /carburant de l'alternateur.....	42
III-1-8- Les injecteurs.....	44
III-2- Fonctionnement du circuit carburant.....	44
III-2-1- Contrôle du circuit carburant.....	47
III-2-2- Servitudes alimentées par le carburant .....	47
III-2-3- Contrôle du débit d'air.....	50
III-2-3-1- Dispositif anti pompage.....	50
III-2-3-2-Description des aubages stators à calage variable .....	50



III-2-3-3-Description des vannes de décharge.....	51
III-3- Dispositif actif de contrôle des jeux de turbines haute et basse pression	55

**Chapitre IV – Maintenance du circuit carburant du réacteur CF6-80-C2 FADEC**

IV-1- Politique de maintenance.....	61
IV-1-1- Maintenance préventive.....	61
IV-1-2- Maintenance systématique.....	61
IV-1-3- Maintenance conditionnelle.....	61
IV-1-4- Maintenance corrective.....	61
IV-2- Entretien avec surveillance du comportement en service .....	62
IV-3-Strategie de maintenance du réacteur CF6-80-C2 FADEC.....	63
Les protocoles de maintenance du circuit carburant du CF6-80 C2 FADEC ,	67-69
Conclusion .....	70
Glossaire .....	
Bibliographie .....	

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

## REMERCIEMENTS

Nous remercions Dieu ALLAH le tout puissant de nous avoir accordé le courage et la patience de finir cette étude.

Nous tenons à remercier tout particulièrement notre promoteur Monsieur BENOMAR ABDELKADER pour son encadrement, ses conseils et ses encouragements, qu'il trouve ici l'expression de notre profonde reconnaissance.

Nous tenons aussi à remercier tous ce qui ont contribué de près ou de loin afin que ce travail soit un travail de qualité.

Nous remercions aussi tous les enseignants de l'institut d'aéronautique, qui ont assuré notre formation durant ces trois dernières années

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

## DEDICACES



Ce modeste travail est dédié à :

Mon maître spirituelle **Sidna Sheikh Mohamed Belkaid** et à son vicaire **Sidi Abd Ellatif** ainsi qu'aux confrères

Mes très chères parents **Hamud** et **Nacéra**

Mes sœurs **Fatma-Zohra** **Khadidja** **Amina** et surtout mon neveu **Badi**

Mes frères **Yaçine** et **Hakim**

Mes grandes mères **mémé** et **mima**

Cousins et cousines

Mon oncle **Farid** pour son aide

Toute la familles **ANTRI**

La famille **BETTACH**

Mes amis : **Sidi Abdeldjebbar**, **Chaouki**, **El Habri Daoud**, **Ali**, **Mahieddine** ,

**Ilyes**, **Rahim**, **yacine le petit**, **Yaçine l'informaticien**, **Larem**, **Omar Maaradji**

**A Tidjani Hamza**

**EL HABRI**

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

## *DEDICACES*

Je dédie ce modeste travail à :

Mes très chères parents

Mes frères et mes sœurs

Aissa, Belkacem, Fatch de m'avoir  
aidé

Tous mes amis

Toute ma famille

**R.MOHAMED**

**Rachid**





*INTRODUCTION*



## INTRODUCTION

Notre étude a porté sur le circuit carburant du réacteur CF6-80-C2-FADEC.

Le plan de travail comporte quatre chapitres :

CHAPITRE I : Ce chapitre traite la description du réacteur à savoir les différents modules et composants.

CHAPITRE II : Ce chapitre traite les différents circuits et systèmes (graissage, démarrage, reverse, commande et contrôle, indication) du réacteur.

CHAPITRE III : Ce chapitre traite le circuit carburant du réacteur sa description, ses composants, son fonctionnement

CHAPITRE IV : Ce chapitre traite la maintenance du circuit ainsi que le réacteur CF6-80-C2 FADEC.



*CHAPITRE I*

*DESCRIPTION DU REACTEUR*

*CF6-80- C2 FADEC*

## I- DESCRIPTION DU REACTEUR CF6-80-C2 FADEC

Le réacteur GENERAL ELECTRIC CF6-80-C2 FADEC équipe le BOEING 767-300 c'est un moteur double corps, double flux et à taux de dilution élevé.

Le CF6-80-C2 FADEC est composé de cinq (05) modules principaux :

- MODULE FAN
- MODULE CORE
- MODULE TURBINE HAUTE PRESSION
- MODULE TURBINE BASSE PRESSION
- MODULE BOITE D'ENTRAINEMENT D'ACCESSOIRES.

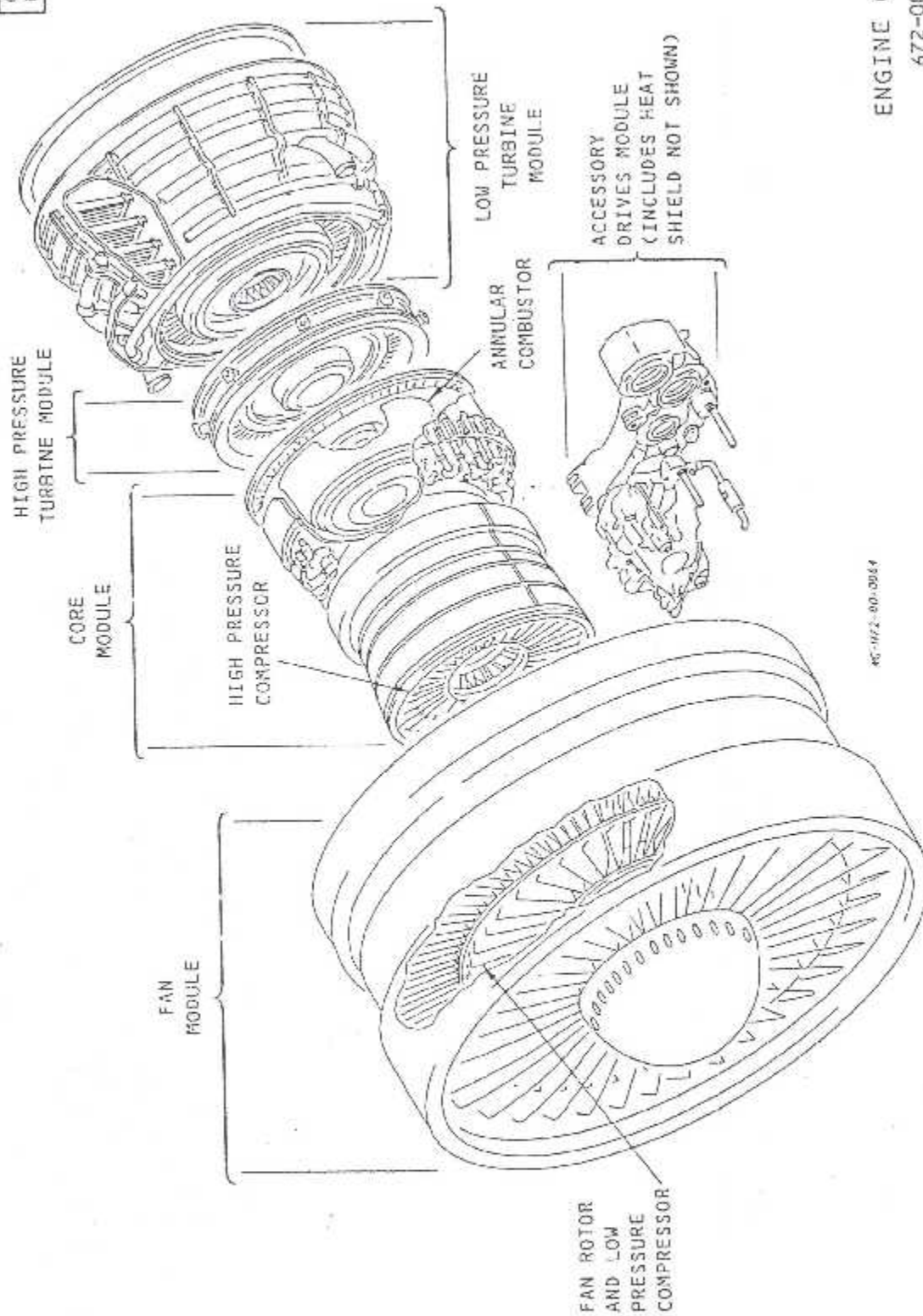
### I-1- Module FAN :

Ce module est constitué de cinq (05) étages compresseur basse pression dont le premier étage constitue le FAN. Le fan engendre à lui seul le flux secondaire.

Le module FAN est entraîné par la turbine basse pression.

	ROTOR	STATOR	O G V	MATERIAUX UTILISES	
				ROTOR	STATOR
FAN	38	96	80	Titane	Titane
2 <sup>ème</sup> ETAGE	62	130		Titane	Titane
3 <sup>ème</sup> ETAGE	71	130		Titane	Titane
4 <sup>ème</sup> ETAGE	80	140		Titane	Titane
5 <sup>ème</sup> ETAGE	71	108		Titane	Titane

CF6-80C2F  
FADEC

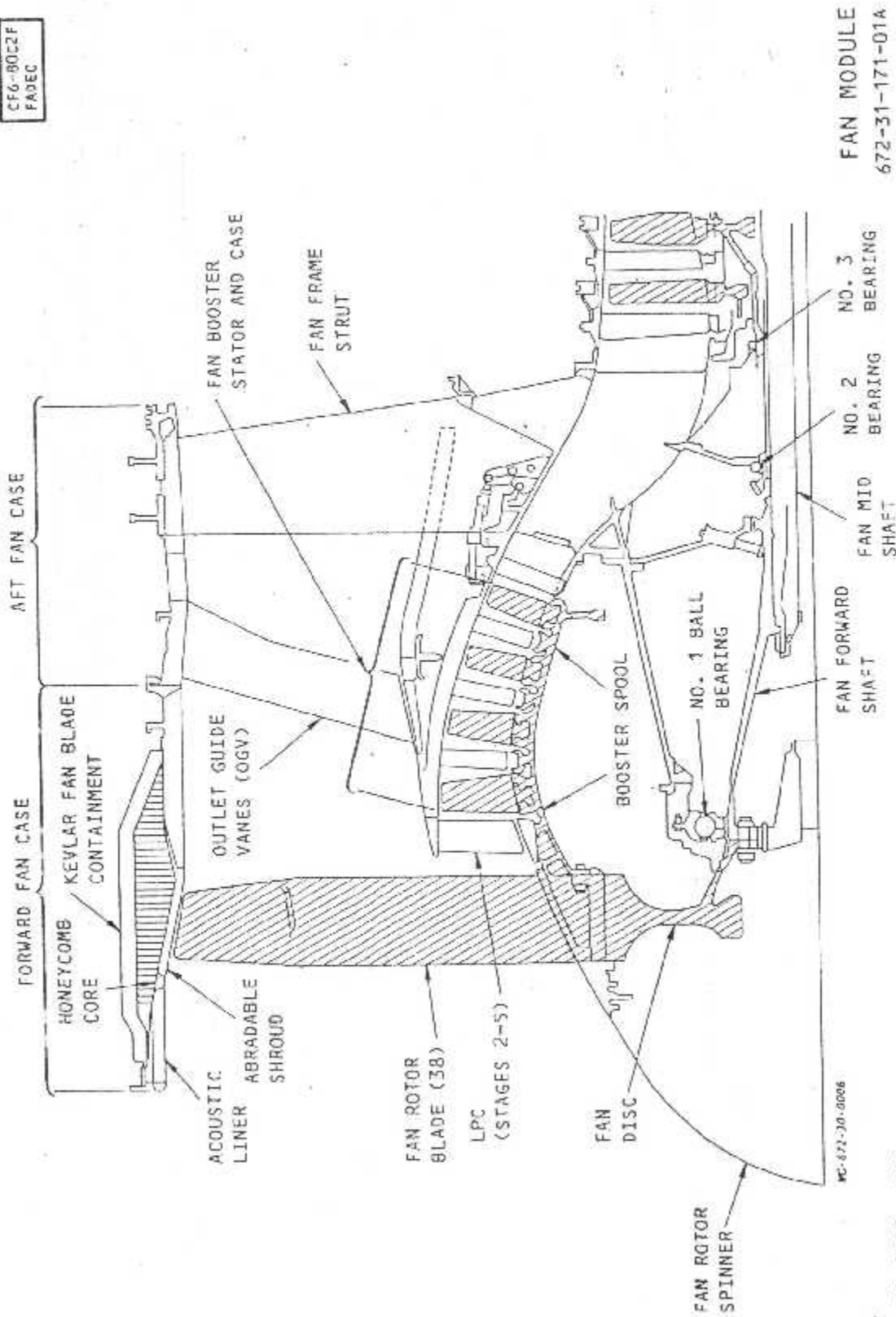


OCT 27 1989 IGS

# REACTEUR CF6-80-C2 FADEC



CF6-80C2F  
FADEC



FAN MODULE  
672-31-171-01A

Module FAN

OCT 27 1989 IGS

**I-2- Module CORE :**

Ce module est constitué d'un compresseur haute pression à quatorze (14) étages, d'une chambre de combustion de type annulaire (30) injecteurs et de deux (02) allumeurs à haute tension position 3.30 et 5.30 heures et du premier étage statorique turbine haute pression.

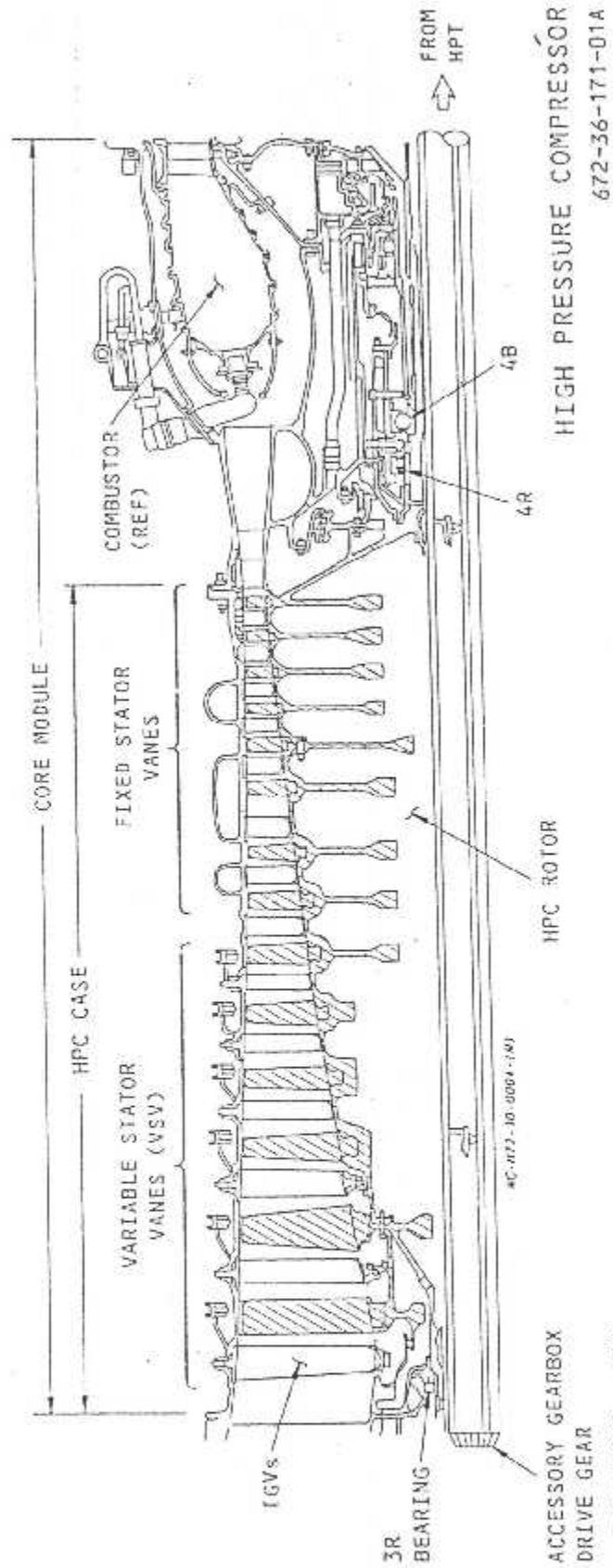
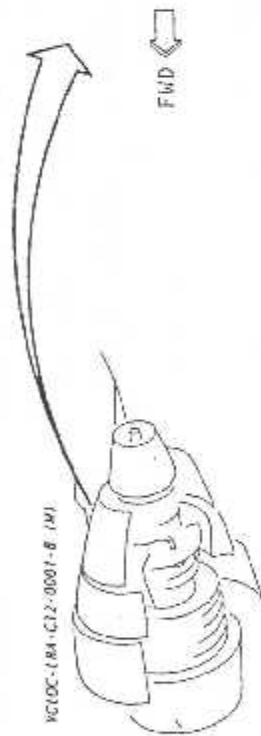
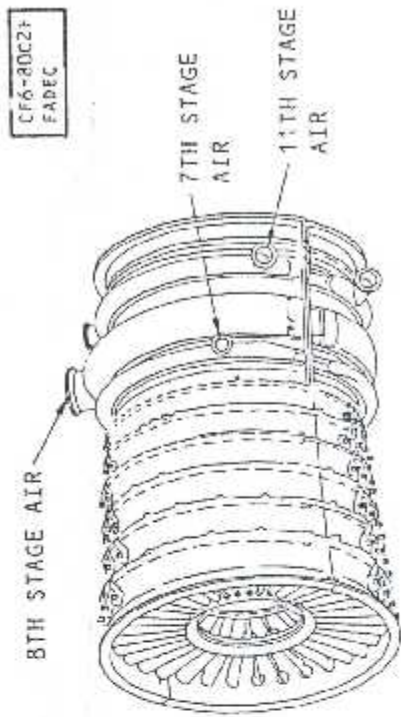
L'entrée du compresseur haute pression est équipée de trente quatre (34) aubes de prérotation à calage variable.

Les cinq (05) premiers étages du compresseur haute pression comportent des aubes à calage variable.

L'ensemble des aubes de prérotation et des stators à calage variable constitue le dispositif anti-pompage du compresseur haute pression.

Le compresseur haute pression est entraîné par la turbine haute pression.

	ROTOR	STATOR	MATERIAUX UTILISES	
			ROTOR	STATOR
1 <sup>er</sup> ETAGE	36	36	titane	A-286
2 <sup>ème</sup> ETAGE	26	40	titane	A-286
3 <sup>ème</sup> ETAGE	42	46	titane	A-286
4 <sup>ème</sup> ETAGE	45	50	titane	A-286
5 <sup>ème</sup> ETAGE	48	58	titane	A-286
6 <sup>ème</sup> ETAGE	54	64	titane	A-286
7 <sup>ème</sup> ETAGE	56	72	titane	A-286
8 <sup>ème</sup> ETAGE	64	68	titane	A-286
9 <sup>ème</sup> ETAGE	66	76	titane	A-286
10 <sup>ème</sup> ETAGE	66	80	titane	A-286
11 <sup>ème</sup> ETAGE	76	80	INCONEL 718	A-286
12 <sup>ème</sup> ETAGE	76	84	INCONEL 718	A-286
13 <sup>ème</sup> ETAGE	76	80	INCONEL 718	A-286
14 <sup>ème</sup> ETAGE	76	112	INCONEL 718	A-286



MODULE CORE

**I-3- Module turbine haute pression :**

Ce module est constitué de deux (02) étages. La turbine haute pression entraîne le compresseur haute pression et la boîte d'entraînement d'accessoires.

	STATOR	ROTOR	MATERIAUX UTILISES	
			STATOR	ROTOR
1 <sup>er</sup> ETAGE	46	80	X-40	RENE 80
2 <sup>ème</sup> ETAGE	48	74	RENE 80	RENE 80

**I-4- Module turbine basse pression :**

Ce module est constitué de cinq (05) étages. La turbine basse pression entraîne le compresseur basse pression.

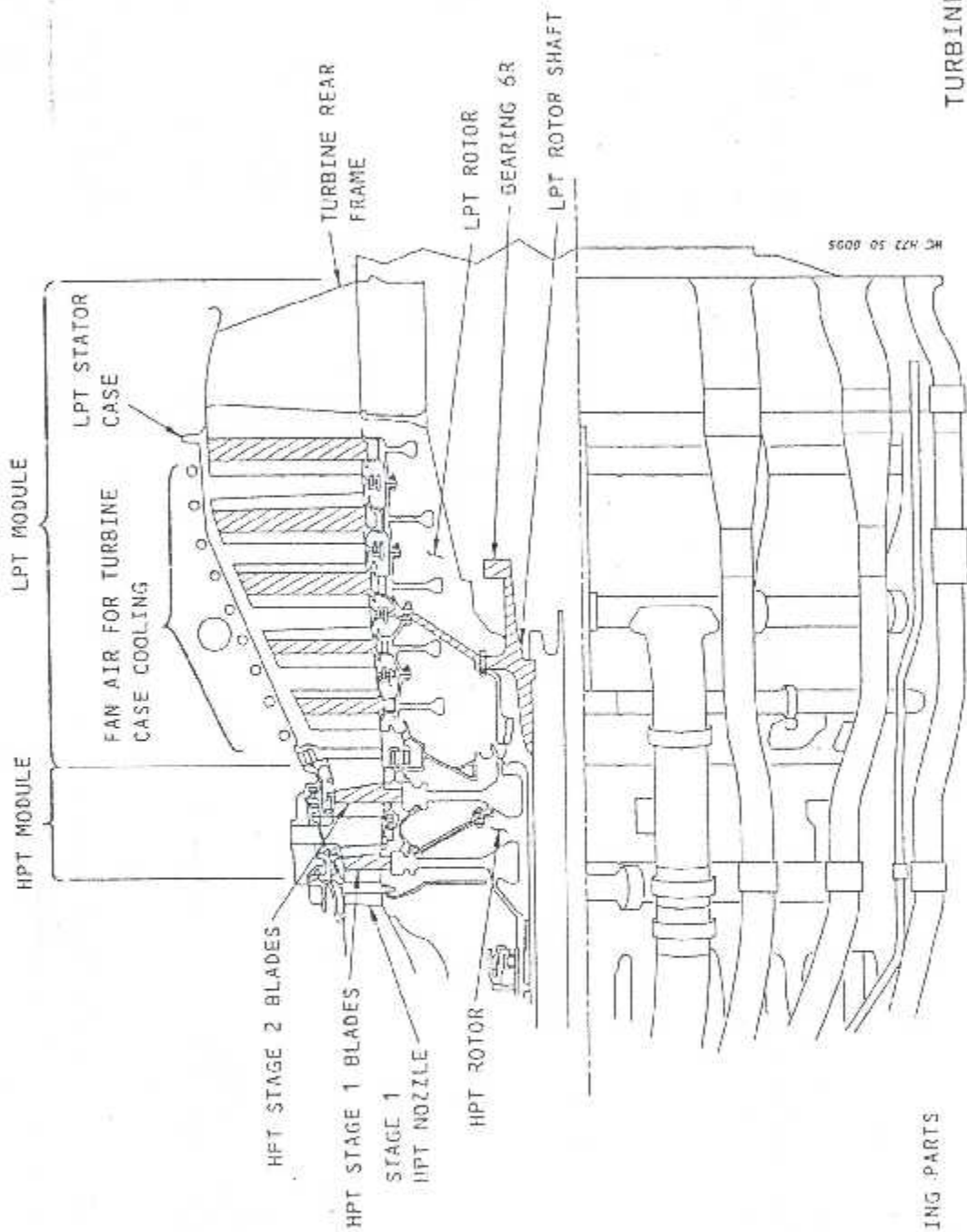
	STATOR	ROTOR	MATERIAUX UTILISES	
			STATOR	ROTOR
1 <sup>er</sup> ETAGE	54	118	INCONNEL 718	RENE 77
2 <sup>ème</sup> ETAGE	96	124	INCONNEL 718	RENE 77
3 <sup>ème</sup> ETAGE	120	88	INCONNEL 718	RENE 77
4 <sup>ème</sup> ETAGE	126	88	INCONNEL 718	RENE 77
5 <sup>ème</sup> ETAGE	144	98	INCONNEL 718	RENE 77

**I-5- Module boîte d'entraînement d'accessoires :**

L'attelage haute pression entraîne le boîtier des accessoires et reçoit le mouvement du démarreur par l'intermédiaire d'une prise de mouvement et d'une boîte de transfert. Le boîtier des accessoires est fixé à la partie inférieure du carter stator compresseur.



Cf6-80C2F  
FADEC



ROTATING PARTS

OCT 27 1989 IGS

TURBINE MODULES  
672-50-171-01A

# MODULE TURBINE HAUTE / BASSE PRESSION

Les différents accessoires qui équipent le boîtier sont :

◆ **Sur la face avant**

- Un (01) régulateur carburant (HMU).
- Une (01) pompe de pression et cinq (05) pompes de récupération d'huile.
- Une (01) pompe hydraulique.
- Un (01) tachymètre N2
- Un (01) alternateur (pour l'alimentation du EEC).

◆ **Sur la face arrière :**

- Une (01) pompe carburant haute pression.
- Un (01) démarreur.
- Un (01) alternateur (IDG).

CARACTERISTIQUES PRINCIPALES DU REACTEUR CF6-80-C2FADEC :

Le CF-6-80-C2FADEC présente les caractéristiques suivantes :

- ↙ Poussé statique maximale (f)
- ↙  $Z = 0$  température ambiante  $< 32.2^{\circ}$  F = 23134 dan.
- ↙ Poussée assurée par le flux primaire : 20% de la poussée totale.
- ↙ Poussée assurée par le flux secondaire : 80% de la poussée totale.
- ↙ Poussée inverse : 40% de la poussée directe du fan.
- ↙ Masse du réacteur nu : 4216 kg.
- ↙ Diamètre de l'entrée d'air : 2.49 m.
- ↙ Taux de dilution : 5.15/l
- ↙ Rapport manométrique de compression : 29.9/l

CAPOTAGES

- ↙ CAPOT FAN
- ↙ CAPOT REVERSE.
- ↙ CAPOT CORE.

REGIME N1 :

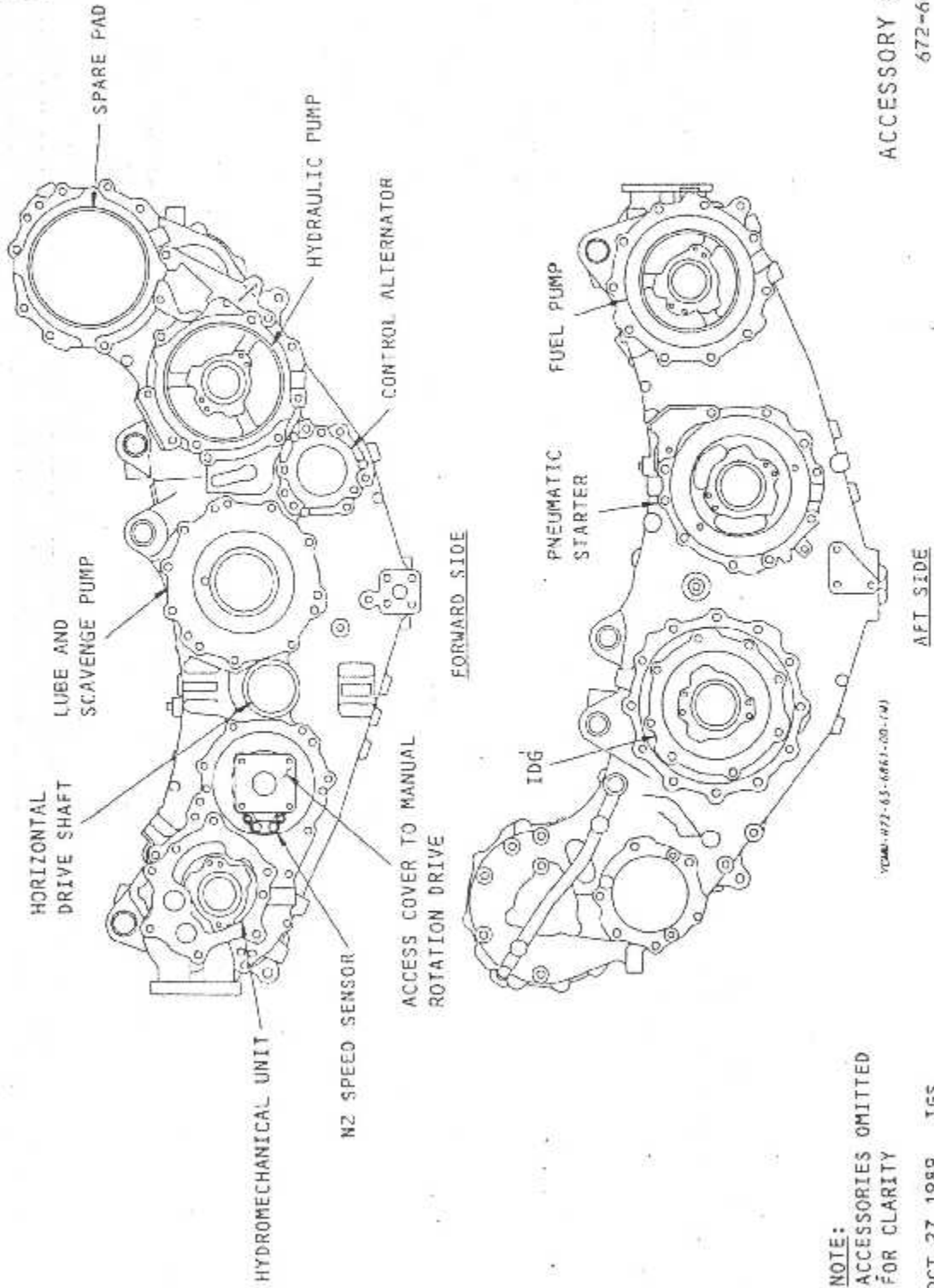
- 100 % = 3280 tr/min
- 117 % = 3854 tr/min (maximum).

REGIME N2 :

- 100 % = 9827 tr/min
- 112.5 % = 11055 tr / min (maximum).

EGT : 960° c maximum.

CF6-80C2F  
FADEC



NOTE:  
ACCESSORIES OMITTED  
FOR CLARITY

ACCESSORY GEARBOX  
672-60-172-01A

OCT 27 1989 IGS

# BOITE D'ENTRAINEMENT D'ACCESSOIRES

CF6-80C2F  
FADEC

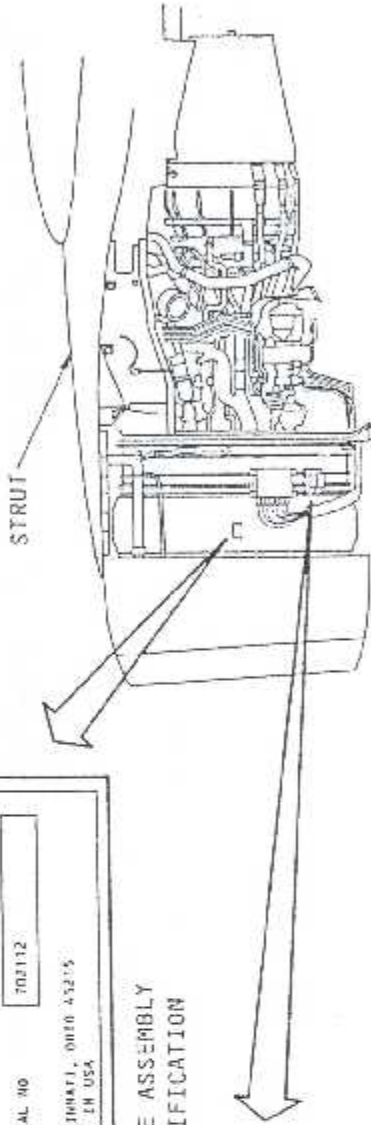
**GENERAL ELECTRIC**  
CF6-ENGINE

ASST. TAGHT

SERIAL NO

CINCINNATI, OHIO 45215  
MADE IN USA

ENGINE ASSEMBLY  
IDENTIFICATION



**GENERAL ELECTRIC**  
AIRCRAFT GAS TURBINE  
FOR JET PROPULSION

TYPE CERTIFICATE

MODEL NO

DATE OF MFG

PROB CERTIFICATE

SERIAL NO

CINCINNATI, OHIO  
MADE IN USA

MAX CONT THRUST

MAX CONT THRUST

COMPLY

ENGINE DATA

ENGINE SPECIFICATIONS

MODEL	CF6-80C2B2F	MAX N1	117.5% RPM
TAKEOFF THRUST	52,010 LBS	MAX N2	112.5% RPM
MAX FLAT RATED TEMP	90°F (32.2°C)	N1 (100%)	3280 RPM
EGT REDLINE	960°C	N2 (100%)	9827 RPM
BYPASS RATIO	5.15 TO 1	WEIGHT (BARE)	9485 LBS (4216 KG)
COMPRESSOR PRESSURE RATIO	29.9 TO 1	LENGTH	170 IN (432 CM)
		DIAMETER	98 IN (249 CM)

POWER PLANT - GENERAL  
671-00-171-01A

NOV 20 1989 IGS

# CARACTERISTIQUES DU REATEUR



REPERAGE DES DIFFERENTES STATIONS REACTEUR :

Station 0 : Condition ambiantes.  
Station 1.2 : Entrée d'air.

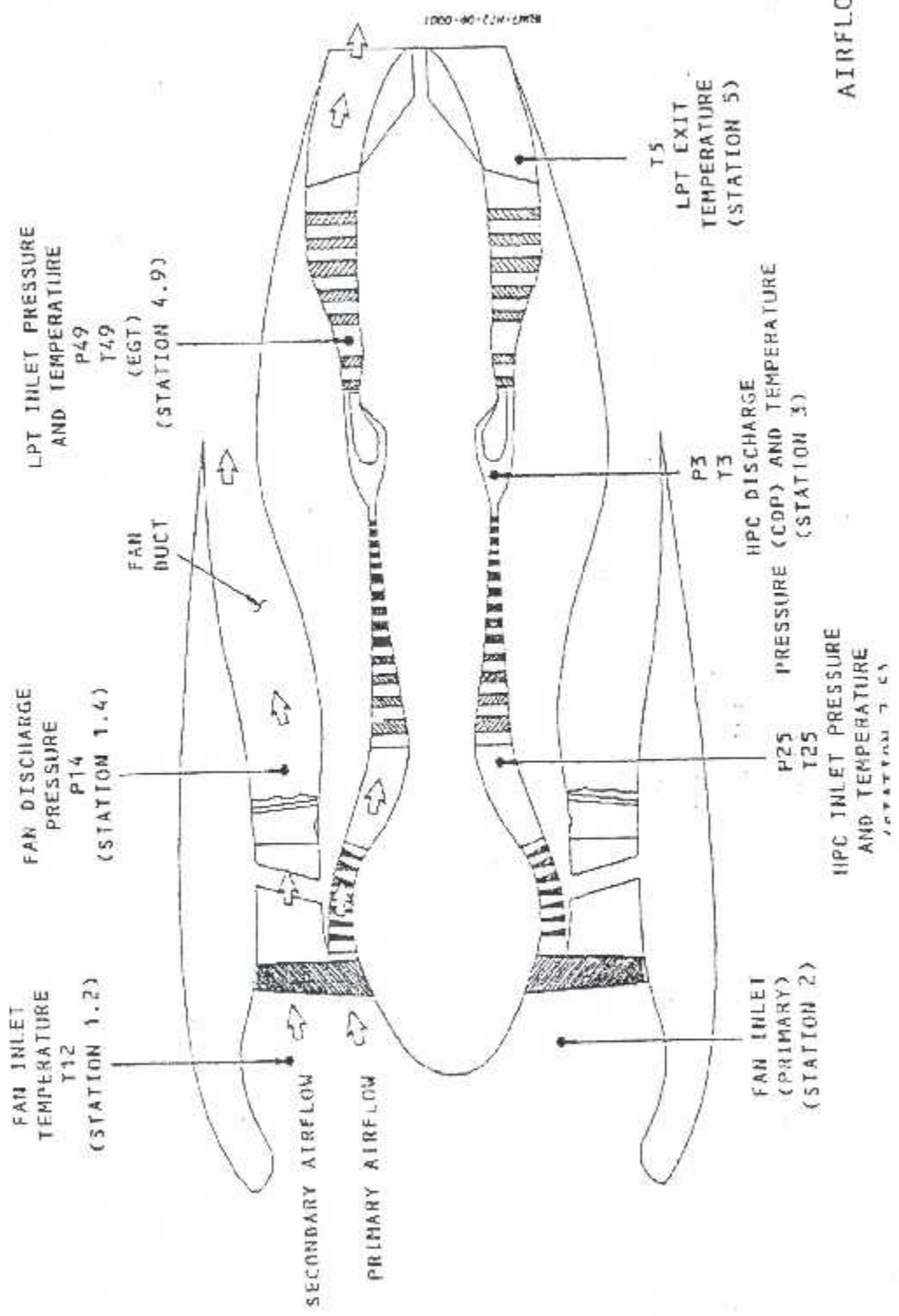
FLUX PRIMAIRE :

Station 2 : Entrée du compresseur basse pression.  
Station 2.5 : Entrée du compresseur haute pression.  
Station 3 : Sortie du compresseur haute pression.  
Station 4 : Entrée turbine basse pression.  
Station 4.9 : Entrée turbine basse pression.  
Station 5 : Sortie ensemble basse pression.

FLUX SECONDAIRE :

Station 1.2 : Entrée fan.  
Station 1.4 : Sortie stator fan.  
Station 1.8 : Ejection du flux secondaire.

Cf6-80C2F  
FADEC



AIRFLOW STATIONS  
00-172-01A

# DIFFERENTES STATIONS DU REACTEUR

OCT 27 1989 165



*CHAPITRE II*

*DIFFERENTS SYSTEMES DU  
REACTEUR CF6-80- C2 FADEC*

## II- DIFFERENTS SYSTEMES DU REACTEUR CF6-80-C2 FADEC :

### II-1- LE CIRCUIT DE GRAISSAGE :

Le rôle du circuit de graissage est :

- La lubrification.
- Le refroidissement.
- Le nettoyage.

Les sept (07) paliers, et le boîtier des accessoires.

Ce circuit assure :

- La lubrification par gicleurs de tous les roulements, pignons cannelures du réacteur et des boîtiers de transmission.
- Le refroidissement des puisards et boîtiers de transmission.
- Le drainage des impuretés vers les filtres.
- Le réchauffage du carburant.

### COMPOSITION DU CIRCUIT DE GRAISSAGE :

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

- Un (01) réservoir.
- Une (01) pompe de pression.
- Cinq (05) pompes de récupération.
- Un (01) filtre principal équipé d'une by-pass.
- Un (01) transmetteur de pression d'huile.
- Un (01) manoccontact de baisse de pression d'huile.
- Un (01) détecteur magnétique principal de limaille.
- Une (01) sonde de température d'huile de récupération.
- Un (01) filtre de récupération équipé de by-pass.
- Un (01) manoccontact détecteur de colmatage.

### CONTROLE DU CIRCUIT DE GRAISSAGE :

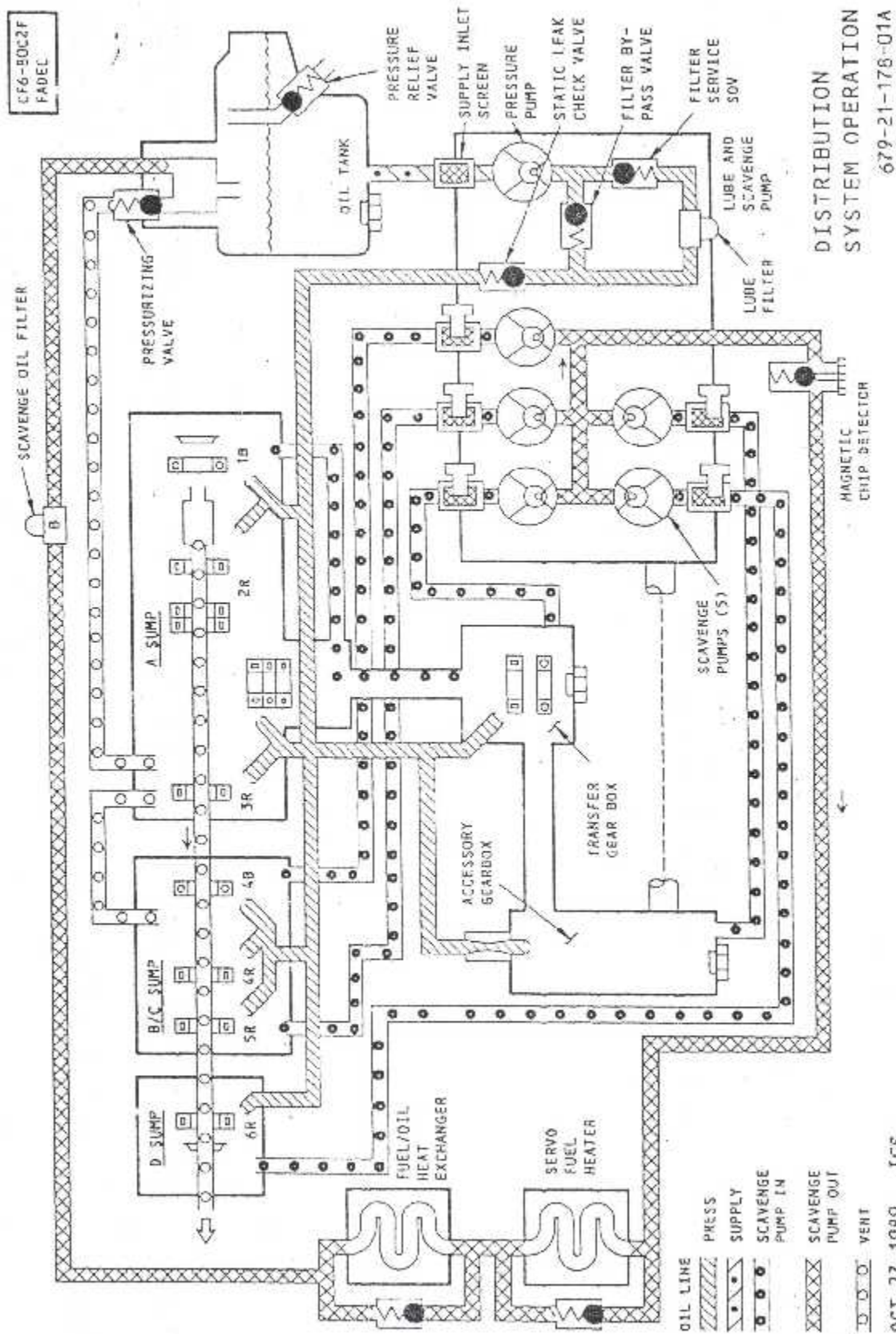
La surveillance du circuit de graissage est réalisé à partir de :

- Un (01) transmetteur de pression d'huile.
- Un (01) transmetteur de quantité d'huile.
- Une (01) sonde de température d'huile.



- Un (01) manostat de baisse de pression d'huile.
- Un (01) manostat de colmatage filtre.

Toutes les indications du circuit de graissage apparaissent sur l'EICAS.



CIRCUIT DE GRAISSAGE

OCT 27 1989 IGS

## II-2- LE CIRCUIT DE DEMARRAGE :

### DEMARRAGE REACTEUR :

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

- L'APU (Auxiliary Power Unit)
- Un des réacteurs déjà en fonctionnement
- Un ou deux groupes de parc pneumatique (pression comprise entre 25 et 55 PSI).

Chaque réacteur est équipé d'un démarreur pneumatique à turbine qui entraîne l'attelage haute pression. L'alimentation du démarreur est commandé par une vanne électropneumatique.

### ALLUMAGE REACTEUR :

Le dispositif d'allumage est utilisé pour provoquer l'inflammation du mélange air /carburant dans la chambre de combustion ou éviter l'excitation en cours de fonctionnement. L'ensemble est constitué par deux circuits identiques et 2 indépendants.

### COMMANDE ET CONTROLE :

#### Panneau de démarrage :

Il est situé sur le panneau supérieur pilotes p5.

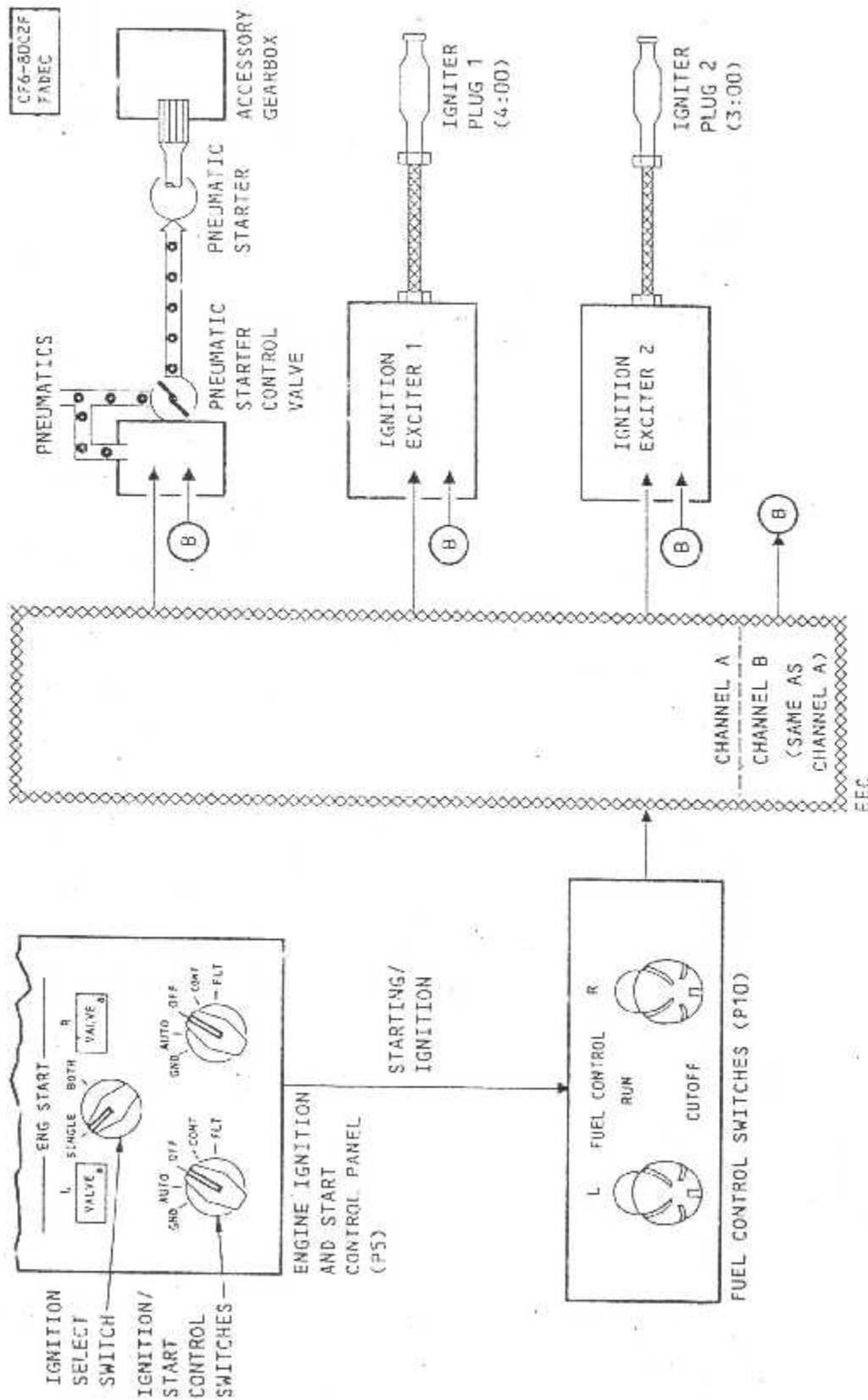
#### Sélecteur de démarrage :

Un sélecteur de démarrage « ENG START » permet la sélection du programme de fonctionnement du démarreur et des circuit d'allumage. Il comprend cinq (05) positions :

- ARRET.
- AUTO.
- SOL.
- ALLUMAGE CONTINU.
- REALLUMAGE EN VOL.

Un sélecteur d'allumage a deux (02) position :

- BOTH (deux boîtes d'allumage)
- SINGLE (une seule boîte d'allumage).



STARTING AND IGNITION SYSTEMS  
680-00-171-01A

-Circuit de démarrage et d'allumage

OCT 27 1989 IGS



### II-3- LE CIRCUIT REVERSE :

#### DISPOSITIF D'EJECTION :

Il assure :

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

#### PRINCIPE :

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

La tuyère secondaire, est constitué de deux (02) demi-couronnes. En configuration normale la détente du flux secondaire assure 80% de la poussée totale.

En inversion de poussée la partie extérieure des deux (02) demi-couronnes mobiles d'éjection se déplacent vers l'arrière. Ce déplacement entraîne l'obstruction de la vanne secondaire et démasque des grilles d'éjection latérale. La totalité du flux secondaire est alors déviée et développe vers l'avant, une poussée inverse égale à 40% de la poussée décollage.

#### INVERSION DE POUSSEE :

L'énergie utilisé pour déplacer les demi-couronnes mobile de l'inverseur est fournie par le circuit pneumatique avion. Suivant le régime c'est le 14ème étage du compresseur haute pression (au travée de la vanne haute pression ) ou le 8eme étage (au travers de son clapet anti-retour) qui aliment le dispositif pneumatique d'inversion. Le circuit pneumatique d'inversion ne peut être activé que lorsque l'avion est au sol. En aucun cas, ce circuit ne peut être alimenté par l'APU.

Le système inversion de poussée comprend :

- Un ensemble de commandes, contrôle et retour d'asservissement.
- Un (01) régulateur de pression et d'arrêt.
- Deux (02) moteurs pneumatiques munis chacun d'une (01) vanne de sélection du sens de rotation.
- Une (01) vanne électropneumatique de commande du sens de rotation.
- Six (06) vérins à vis répartis de la façon suivante :

- Un vérin à vis (l'un en position centrale est entraîné directement par le moteur pneumatique.
- Deux vérins à vis (l'un en position haute, l'autre en position basse) sont entraînés par le moteur pneumatique au moyen d'arbres flexibles.

**SIGNALISATION :**

- Un (01) voyant disposé au-dessus de l'indication N1 sur l'ECAS.
- Un voyant ambre repéré «REV» reverse déverrouillée (en transit)
- Un voyant vert repéré «REV» reverse sortie et verrouille ».



## II-4- CIRCUIT DE CONTRÔLE :

### Généralités :

La surveillance du fonctionnement des réacteurs est effectuée à partir des indications N1, EGT, N2, mesure du débit carburant, paramètres de l'huile (pression, température et quantité), et les vibrations; toutes ces indications apparaissent sur l'EICAS.

### TACHYMETRE N1 :

Cet équipement assure une indication du régime N1 sur l'EICAS.

$$100 \% N1 = 3280 \text{ tr/min}$$

### TACHYMETRE N2 :

Cet équipement assure une indication du régime N2 sur l'EICAS.

$$100 \% N2 = 9827 \text{ tr/min}$$

### INDICATEUR EGT :

Cet équipement assure une indication de température entre les turbines haute pression et basse pression.

$$\text{EGT Maximum } 960^{\circ} \text{ C}$$

### CAPTEUR DE VIBRATION :

L'indication de vibration permet de mettre en évidence une dégradation interne du réacteur. Chaque réacteur est équipé de deux (02) accéléromètres pour détecter les vibrations. L'un dans la zone du FAN au palier N1 qui détecte les vibrations de l'attelage basse pression, l'autre fixé sur le carter réacteur à l'arrière du compresseur haute pression qui détecte les vibrations de l'attelage haute pression. L'indication de vibration apparaît sur l'EICAS, le niveau de vibration est donné entre 0 et 10 pour chaque réacteur.



CF6-80C27  
FADEC

ENGINE INDICATING SYSTEM

SUBSYSTEMS

ENGINE  
TACHOMETER  
(N1, N2)

EXHAUST  
GAS  
TEMPERATURE  
(EGT)

AIRBORNE  
VIBRATION  
MONITORING  
(AVM)

FADEC  
CONTROL  
AND  
STATUS

CONDITION  
MONITORING

SIGNAL RECEIVERS

ENGINE  
N2  
SPEED  
CARD

ELECTRONIC  
ENGINE  
CONTROL  
(EEC)

ENGINE  
INDICATION  
AND CREW  
ALERT SYSTEM  
(EICAS)

STANDBY  
ENGINE  
INDICATOR  
(SEI)

PROPULSION  
INTERFACE  
MONITOR UNIT  
(PIMU)

ENGINE INDICATING SYSTEM  
677-00-171-01B

NOV 20 1989 165

SYSTEME D'INDICATION

## II-5- LE SYSTEME EICAS :

La surveillance du fonctionnement des réacteurs est effectuée à partir d'un système électronique sophistiqué appelé EICAS (Engine Indicating and Crew Alerting System ). Ce système facilite la tâche aux pilotes et au personnel de la maintenance.

Cette assistance opérationnelle est apportée par des messages et des données visualisées sur deux tubes cathodiques. Le traitement des données est entièrement automatique et en tant que tel ne demande aucune action ou sélection particulière de la part de l'équipage.

### COMPOSITION DU SYSTEME EICAS :

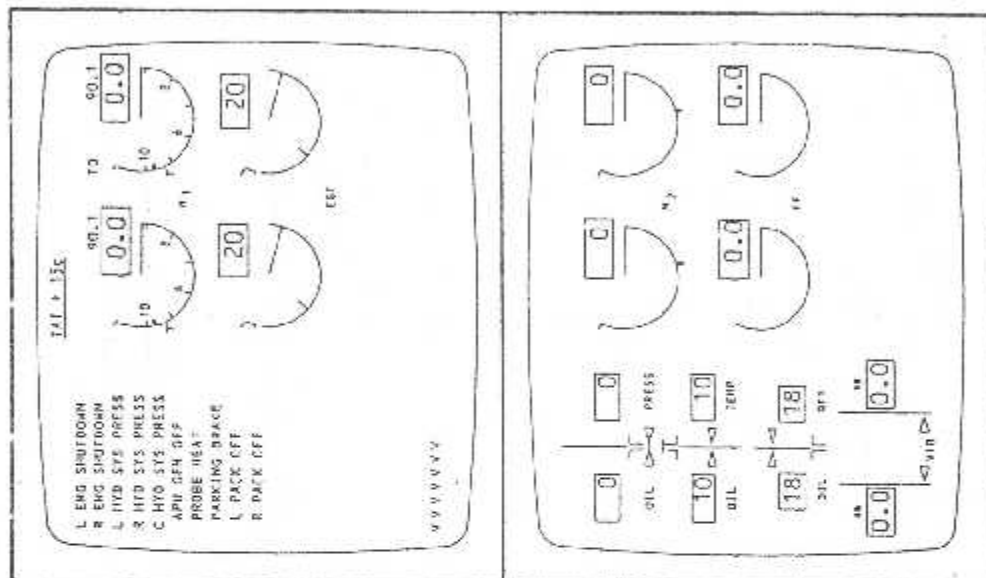
Le système EICAS comprend :

- Deux (02) calculateurs (calculateur gauche et calculateur droite).
- Deux (02) tubes cathodiques multicolores.
- Deux (02) panneaux de commande.
- Un (01) module de permutation.

Le calculateur EICAS affiche tous les paramètres moteur ainsi que les données avion nécessaires pour l'équipage.

Les paramètres primaires N1, EGT, et les messages d'alarmes sont affichés sur l'écran EICAS supérieur. Tandis que sur l'écran EICAS inférieur sont affichés les paramètres secondaires N2 mesure du débit carburant, les messages STATUS et messages de maintenance.

# E • ENGINE I • INDICATION AND C • CREW A • ALERTING S • SYSTEM



EICAS - ENGINE INDICATION AND CREW ALERTING SYSEME  
631-41-050-01C

APR 27 1987 IGS

## SYSTEME EICAS

## II-6- UNITE ELECTRONIQUE DE CONTROLE MOTEUR (EEC) :

L'unité de contrôle électronique réacteur (EEC) est un microprocesseur électronique digital. Il est fixé sur le côté gauche du carter FAN position 8 : 30 heure. Il est composé de deux (02) canaux identique :

- CANAL A
- CANAL B

Il comporte quinze (15) prises électroniques identifiées comme suit de j1 à j15. Le câblage électrique des quinze prises est codé par des couleurs facilitant ainsi l'identification des prises électriques.

L'unité de contrôle électronique réacteur (EEC) assure les fonctions suivantes :

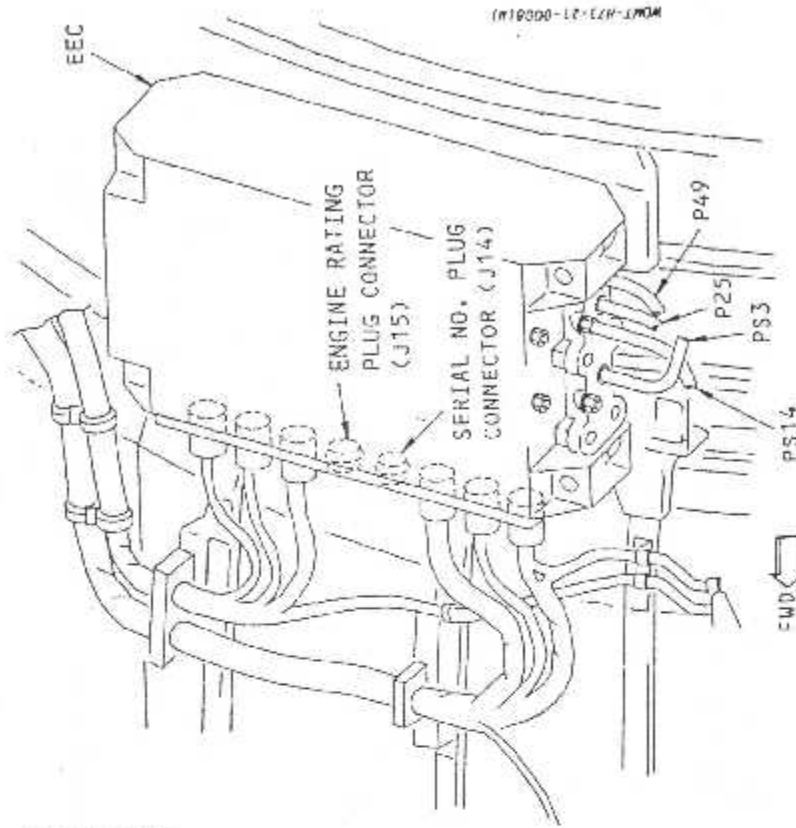
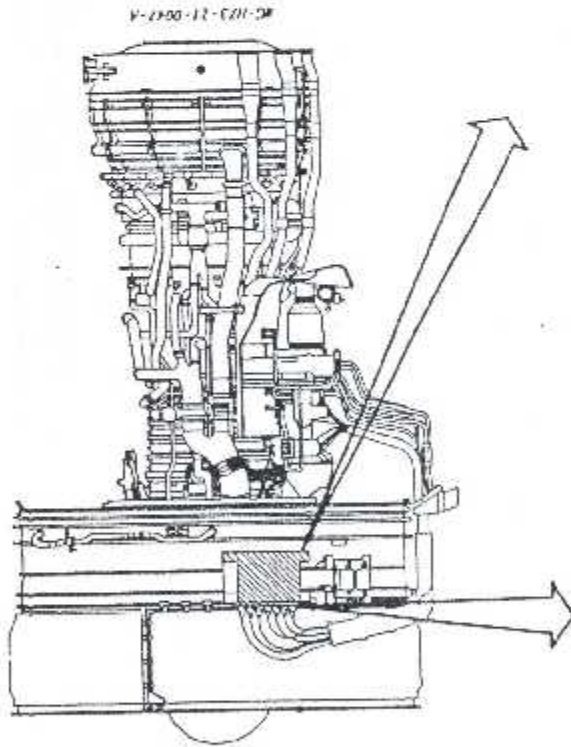
- Le contrôle de la poussée réacteur.
- Optimise la poussée
- Affiche les paramètres moteur N1, EGT, N2, vibration sur l'EICAS
- Contrôle des circuits :
  - Carburant
  - Huile
  - Air
  - Démarrage/Allumage
  - Reverse
- La protection des paramètres limite
- La détection des pannes.
- L'interface réacteur/avion (EICAS, TMC etc. )
- Le refroidissement des accessoires réacteurs
- Le contrôle du débit d'air compresseur.

L'unité électronique de contrôle moteur (EEC) a deux (02) modes de fonctionnement :

- Le mode contrôle.
- Le mode test.

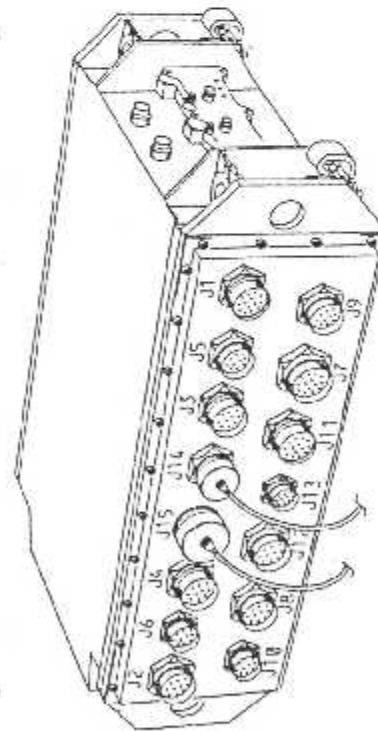


CF6-80C2F  
FADEC



WMT-771-0007

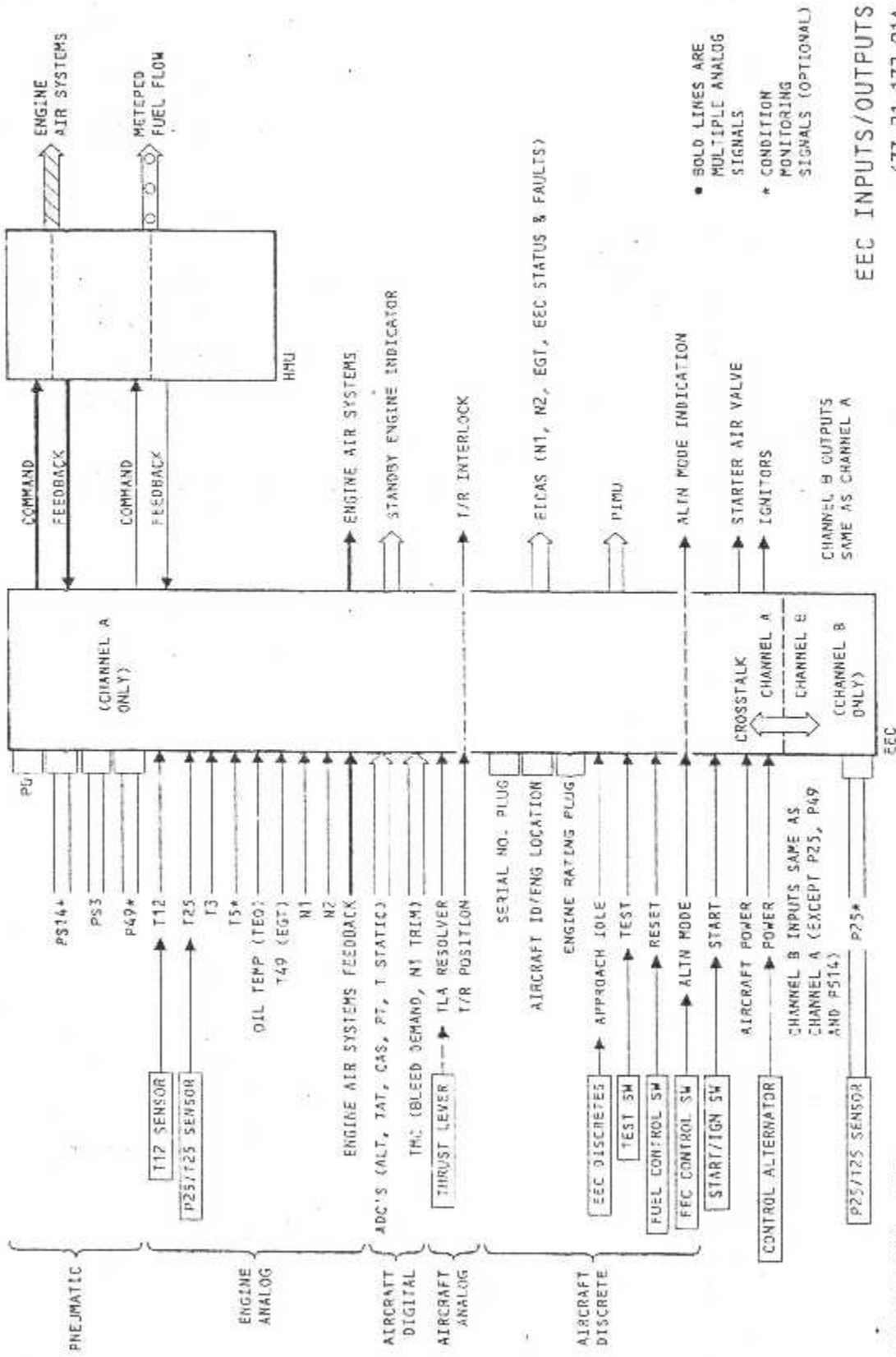
ELECTRONIC ENGINE CONTROL  
675-21-170-01A



WMT-771-0007

OCT 27 1989 IGS

# UNITE ELECTRONIQUE DE CONTROLE MOTEUR



OCT 27 1989 IGS

UNITE ELECTRONIQUE DE CONTROLE MOTEUR ENTREE / SORTIE

*CHAPITRE III*  
*CIRCUIT CARBURANT DU*  
*REACTEUR CF6-80- C2 FADEC*



### III- CIRCUIT CARBURANT :

#### GENERALITE :

Ils existent plusieurs types de carburant destinés spécifiquement aux moteurs à réactions, il faut signaler que la plupart de ces moteurs peuvent fonctionner presque indifféremment avec n'importe quel type de carburant et même en prenant certaines précautions avec de l'essence d'aviation, deux types de carburant ont été développés. Pour fixer son choix sur l'un ou l'autre type, un exploitant se base sur des critères distincts, tels que la sécurité en cas d'incendie les conditions climatiques qui s'imposent et qui influent sur les caractéristiques du carburant, tous deux sont des mélanges d'hydrocarbures, contenant légèrement plus de carbone et de soufre que d'essence.

#### LE KEROSENE :

Il présente l'avantage que son point éclair est assez élevé (+33°C) qui est en fait un produit ne dégageant pas de vapeurs dangereuses.

Dans les conditions habituelles de température il peut être donc utilisé sans précautions particulières, et il provoque un danger moindre en cas d'accident au sol que le carburant coupé d'essence, son point de congélation est plus bas (-40°C), sa densité est plus grande que celle du carburant à coupe large.

Sa volatilité est si faible qu'il n'y a que très peu de pertes par évaporation.

Son appellation officielle est JET A, en rencontre aussi le :

JET au plus bas point de congélation est de (-50°C)

JP8 le plus bas point de congélation est de (-50 °C)

JP-5 le plus bas point de congélation est de (-50°C)

JP-5 kérosène de coupe étroite à haut point éclair (+60)

#### CARBURANT A COUPE LARGE :

C'est un mélange de kérosène et d'essence il est très inflammable, il doit être utilisé soigneusement, il n'offre pas donc les mêmes qualités de sécurité que le kérosène, son gros avantage est son point de congélation extrêmement bas (Inférieur à 60°C), sa grande volatilité facilite le démarrage en temps froids, et le redémarrage en vol à haute altitude, ce type de carburant porte le nom j et b. avec certains additifs, le JETB peut être rendu conforme aux qualité du JP4 utilisé couramment par l'aviation militaire.



LES ADDITIFS :

- 1 - Anti-oxydant : Améliore la stabilité et empêche et diminue la formation de gommes.
- 2 - Inhibiteur de corrosion : Empêche et diminue la formation de rouilles dans les réseaux de distribution.
- 3 - Anti-glace : Décroit le point de congélation de l'eau non dissoute. Empêche la formation de glace durant le vol.
- 4 - Dissipateur d'électricité statique : Accroît la conductivité du carburant et (diminue) empêche l'accumulation de charges d'électricité statique.
- 5 - Agent lubrifiant : améliore le pouvoir lubrifiant, réduit l'usure des pompes et régulateurs.
- 6 - Fongicide : Tue ou limite la prolifération des micro-organismes qui vivent et se reproduisent sur les parois des réservoirs et dans le plan (zone)d'intercommunication entre l'eau et le carburant.

LES QUALITES DE CARBURANT :

La norme française AIR 3405 exige des conditions de qualités suivantes :

- Densité : Non limitée, elle est généralement de 0.8 et varie avec les conditions atmosphériques.
- Point éclair 38°C, viscosité : 6 centistokes à (-18C°).
- Point de congélation : -40C°.

Le KEPOSENE est constitué par des mélanges d'hydrocarbures aromatiques, son pourcentage dépend de l'origine du pétrole brut à partir duquel a été fabriqué.

Le KEROSENE a été fabriqué par certification du pétrole brut puis raffiné par un traitement chimique à l'acide sulfurique.



Afin de diminuer sa teneur en soufre. Le choix des carburants utilisés dépend de leur propriétés physiques et chimiques, ces propriétés principales sont :

**LA STABILITE :**

Le manque de la stabilité donne naissance pendant le stockage à des produits lourds qu'on appelle les gommes et qui sont nuisible à la pulvérisation et en fonctionnement des organes du circuit de carburant.

**POINT ECLAIR :**

La diminution du point éclair augmente les risques d'incendie.

**QUALITE LUBRIFIANTE :**

Suffisante pour assurer le bon fonctionnement des organes de régulation de débit.

**VISCOSITE :**

Doit être limitée pour éviter les pertes et avoir un carburant qui s'écoule facilement

**POINT DE CONGELATION :**

(-40C°) en volant à une haute altitude. Notre système utilise le carburant JET-A, JET A -1 ou le JET-B.

Le choix d'utilisation de ces types de carburant est pour avoir le maximum des performances des moteurs et l'avion.

L'utilisation d'un carburant non spécifié réduit les performances aussi bien des moteurs que de l'avion, avec une maintenance très coûteuse.

En conclusion les essence utilisées dans l'aviation doivent repeindre à des normes et à des exigences spécifiques :

- 1 - Pouvoir calorifique élevé
- 2 - Point de congélation bas
- 3 - Peut volatile
- 4 - Contenance de l'ordre de 0,03 en soufre.

**ROLE DU CIRCUIT CARBURANT :**

Le rôle du circuit carburant du réacteur CF6-80C2 FADEC est :

- ◆ L'alimentation en permanence des 30 injecteurs de la chambre de combustion.
- ◆ L'alimentation des circuits hydrauliques du servo régulateur du HML.
- ◆ Le refroidissement de l'huile de graissage moteur.
- ◆ Le refroidissement de l'huile de l'IDG (alternateur).

**III-1- La description du circuit carburant :**

Le circuit carburant se compose de :

- ✓ Une (01) pompe carburant.
- ✓ Un échangeur principal huile /carburant.
- ✓ Un filtre principal carburant.
- ✓ Un régulateur principal carburant (HMU).
- ✓ Un réchauffeur carburant servo.
- ✓ Un débitmètre.
- ✓ Un échangeur huile/carburant (IDG) Alternateur.
- ✓ Trente injecteurs.

**III-1-1 La pompe carburant :**

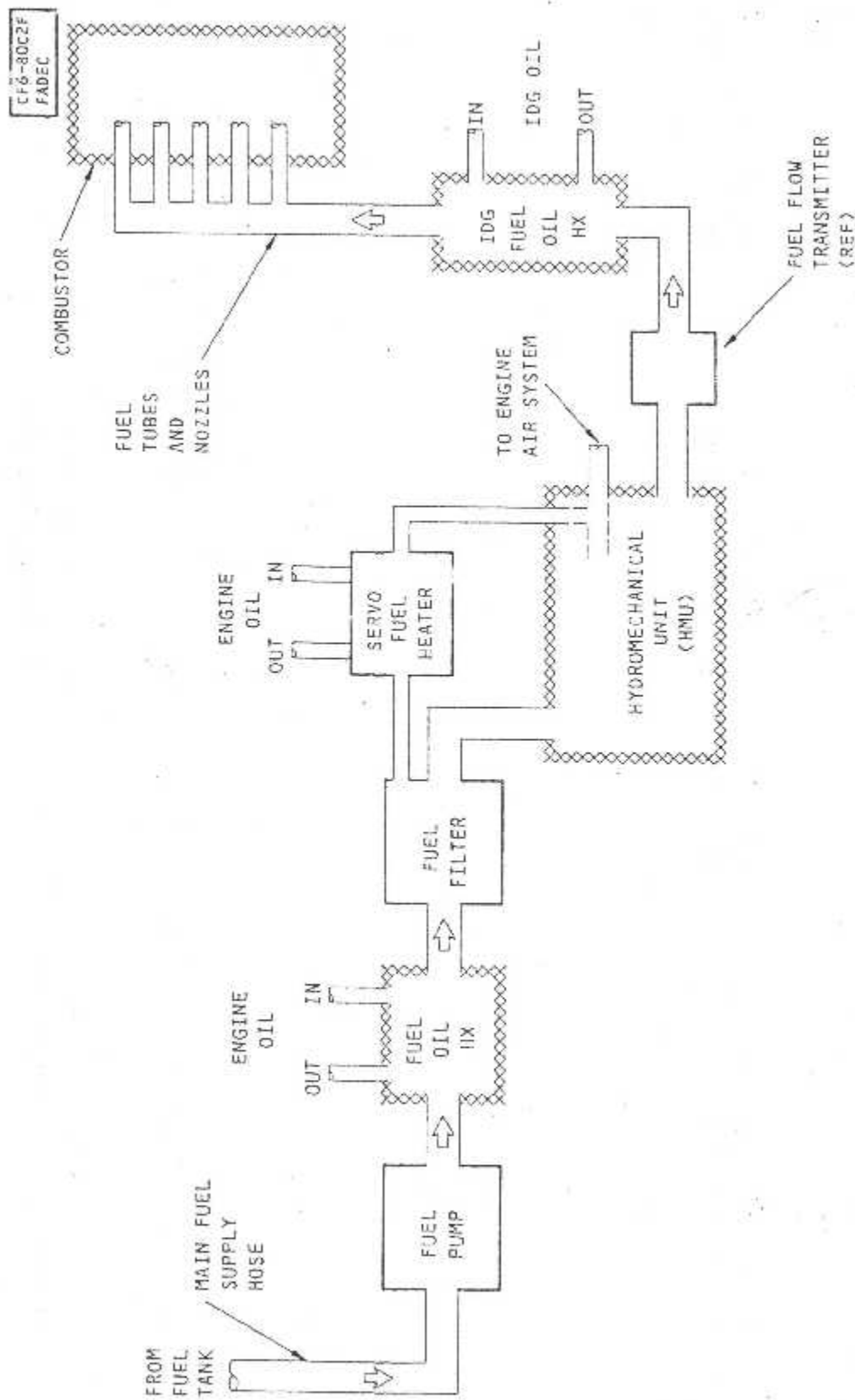
Elle est attachée sur le côté droit de la boîte d'entraînement des accessoires. Elle pèse 43 livres, le débit maximum est de 28000 livres par heure.

La pompe carburant se compose de deux étages. Le 1<sup>er</sup> étage pompe est une pompe de gavage permettant l'alimentation du 2<sup>ème</sup> étage pompe afin d'éviter le phénomène de cavitation.

La pression maximum de la pompe 1<sup>er</sup> étage est de 152 PSI. Le 2<sup>ème</sup> étage pompe est une pompe de pression elle est à engrenages la pression maximum du 2<sup>ème</sup> étage pompe est de 1300 PSI.

**LE FILTRE INTER-ETAGE :**

Un filtre métallique nettoyable équipé d'une by-pass tarée 4 PSI.

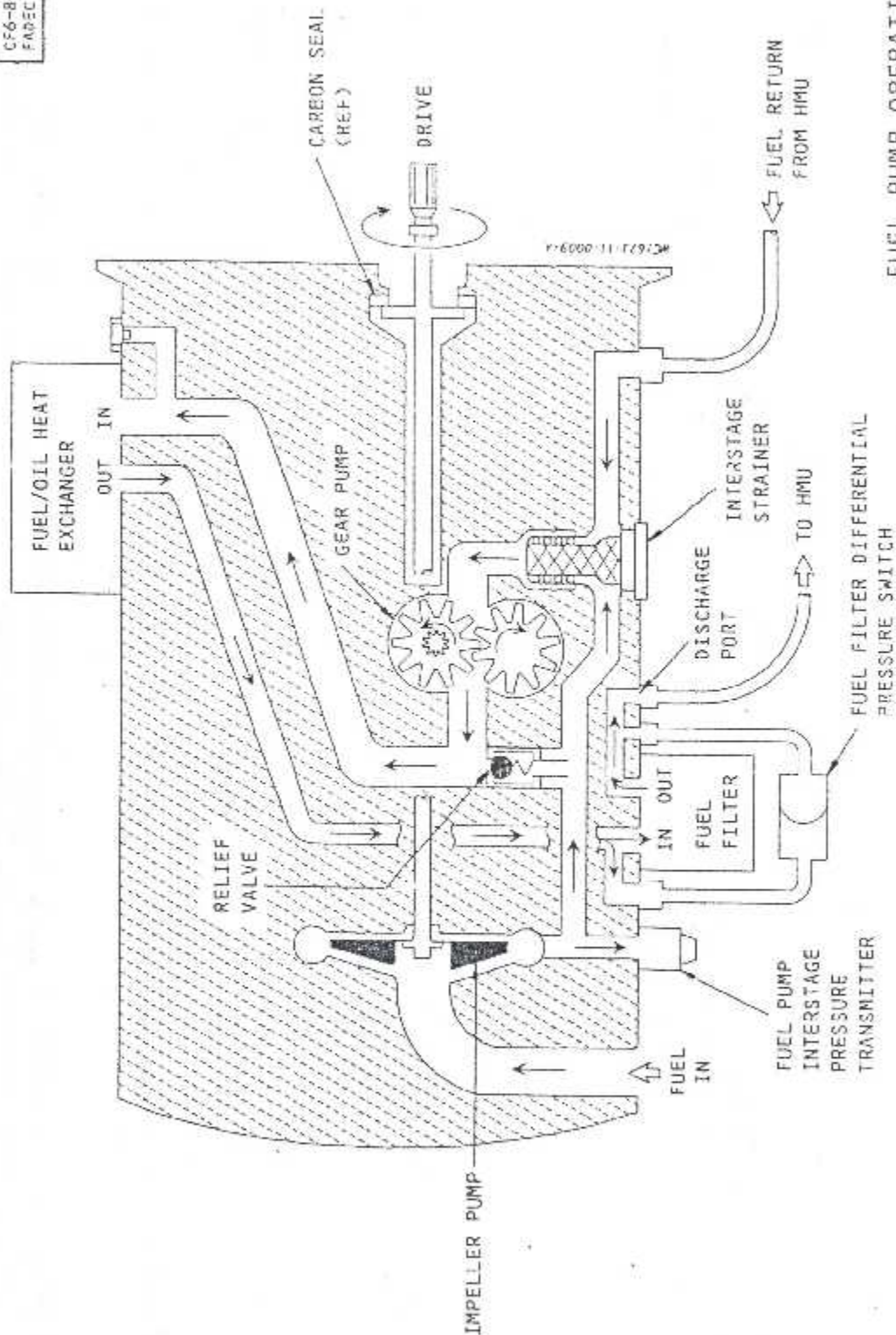


FUEL DISTRIBUTION SYSTEM - SCHEMATIC  
673-11-179-01

OCT 27 1989 IGS

-Circuit carburant.

CF6-80C2F  
FADEC



FUEL PUMP OPERATION  
673-11-173-01A

OCT 27 1989 IGS

### -Pompe carburant.



### CLAPET DE SURPRESSION

Il a pour rôle d'éviter la détérioration de tous les composants en cas de surpression.

Il est taré entre 1350 et 1600 PSI.

### III-1-2- L'échangeur thermique huile/carburant :

Cet échangeur permet l'échange thermique entre le carburant et l'huile moteur, le carburant refroidit l'huile et l'huile réchauffe le carburant.

Le carburant passe dans des tubes métalliques et l'huile circule entre ces tubes métalliques.

Il est équipé d'une by-pass tarée entre 85-100psi.

### III-1-3- Le filtre principal :

C'est un filtre jetable il est de 35 microns et équipé d'une by-pass tarée à 35 PSI.

### III-1-4- Le réchauffeur servo carburant :

Cet échangeur a pour rôle de :

- Refroidir l'huile de graissage moteur.
- Réchauffer le carburant avant d'entrer dans le régulateur carburant (HMU) afin d'éviter le givrage du carburant, servant au fonctionnement des servo commandes du régulateur carburant (HMU).

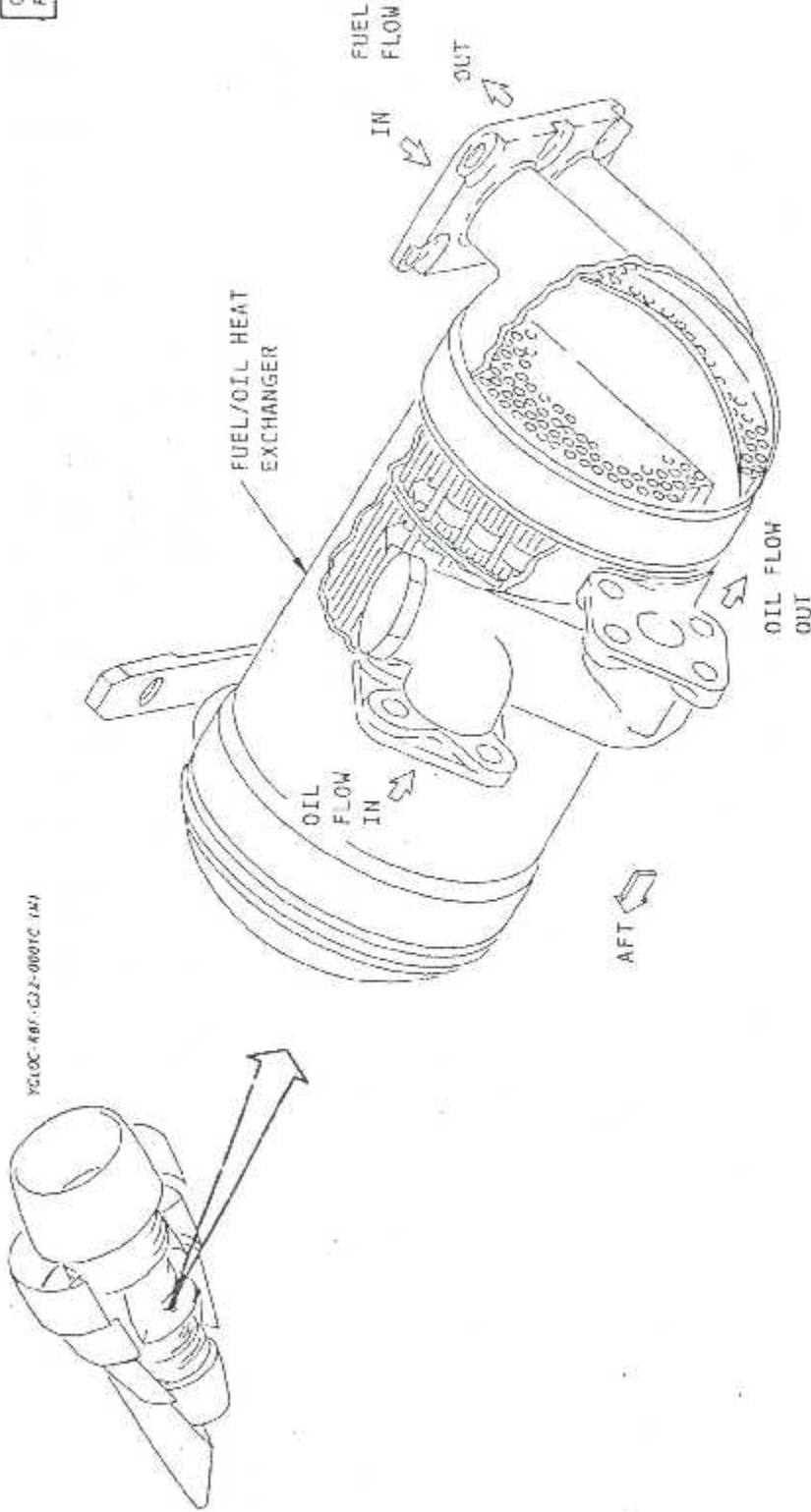
### III-1-5- Régulateur principal carburant (HMU) :

Le régulateur carburant (HMU) est composé de

- Un galet doseur.
- Un filtre métallique.
- Un robinet carburant haute pression
- Une by-pass.
- Un régulateur de pression différentielle.
- Un gouverneur de survitesse.
- Six électrohydraulique servovannes.



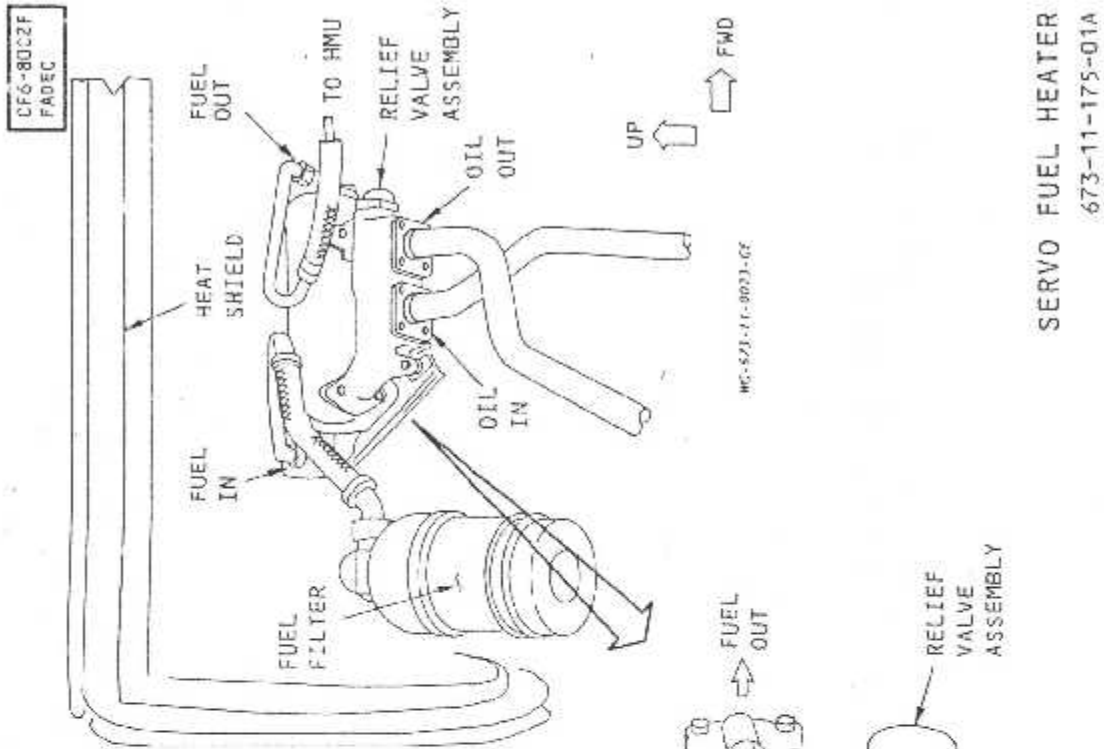
CF6-80C2F  
FADEC



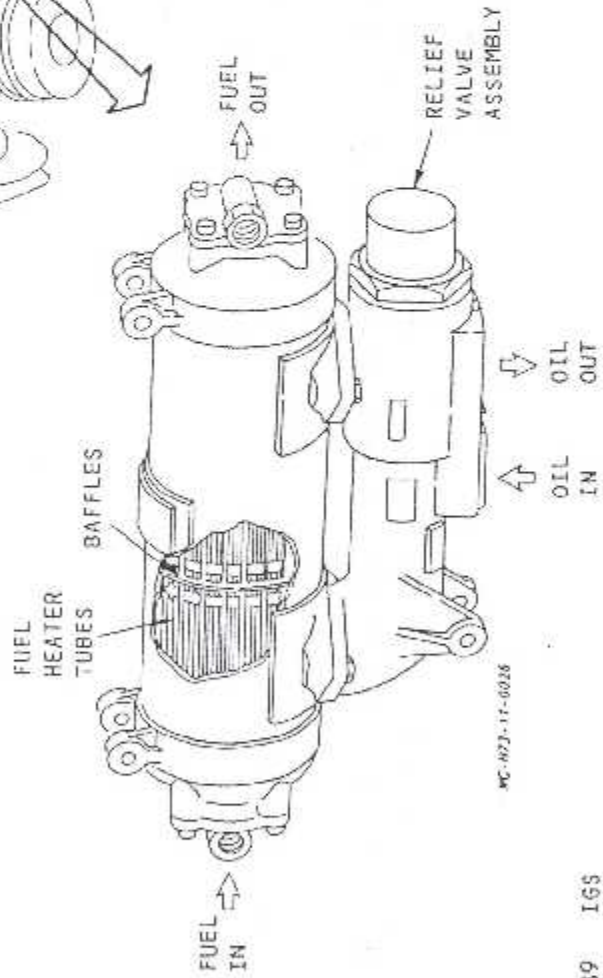
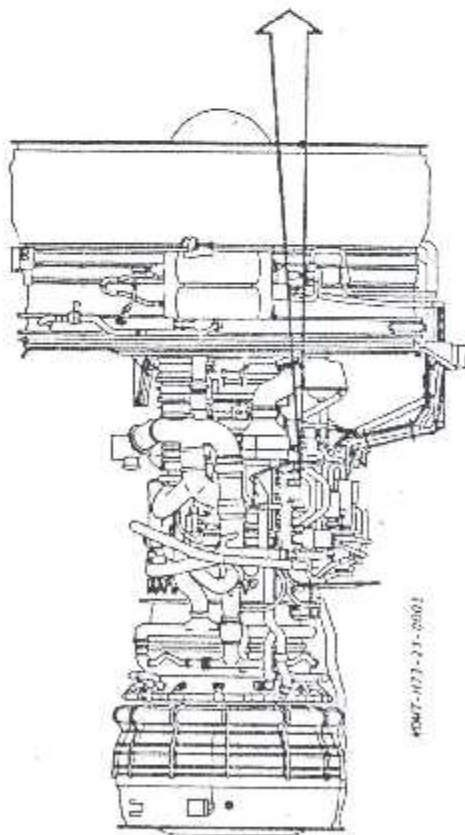
FUEL/OIL HEAT EXCHANGER  
679-21-189-01

OCT 27 1989 IGS

-Echangeur thermique huile carburant principal.

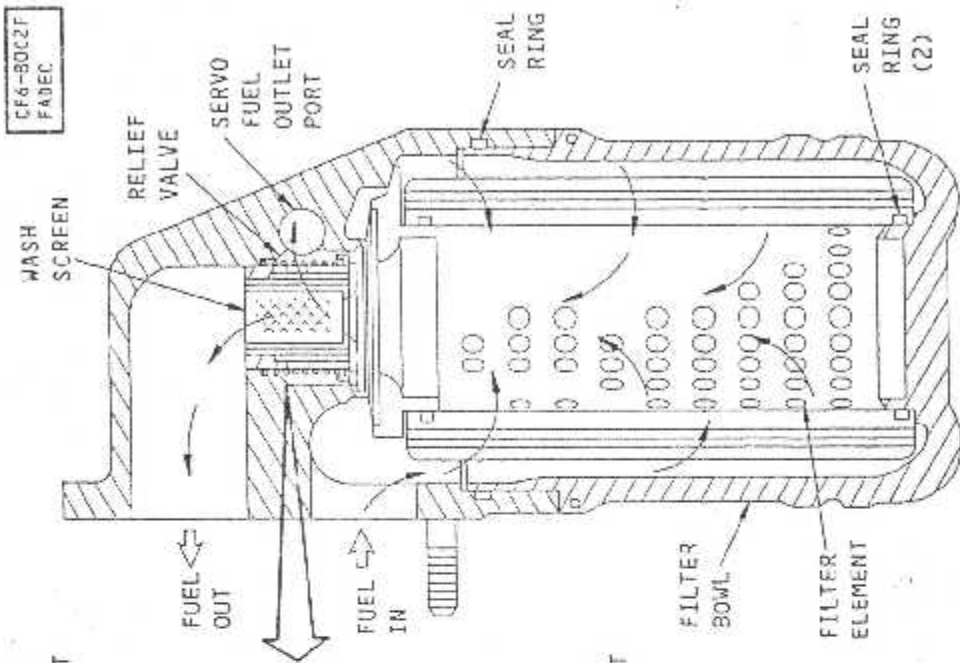


SERVO FUEL HEATER  
673-11-175-01A

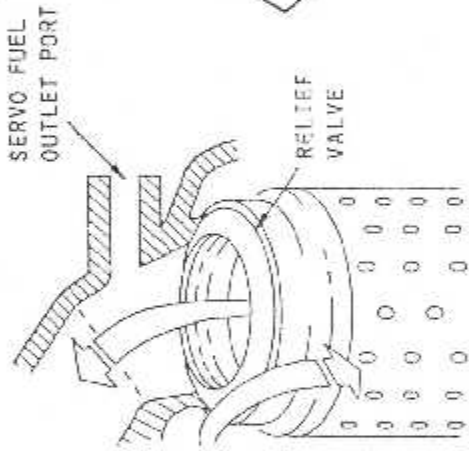


OCT 27 1989 16S

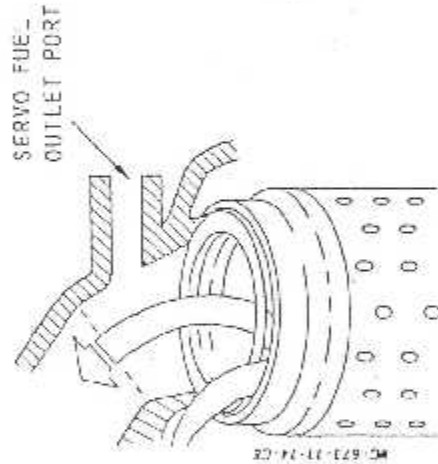
- Réchauffeur servo carburant.



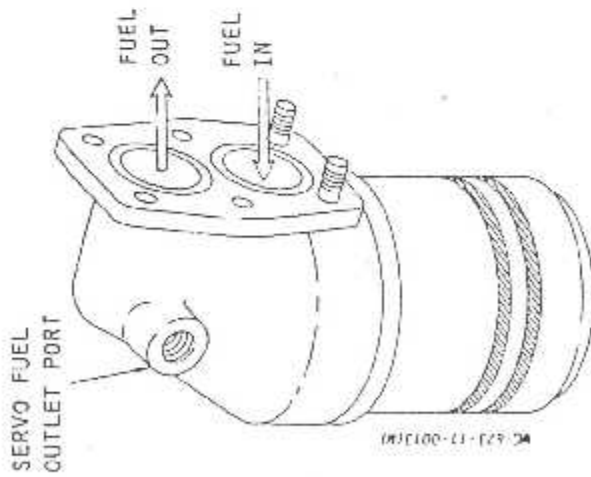
FUEL FILTER AND ELEMENT  
673-11-174-01A



FILTERING



BYPASSING



OCT 27 1989 IGS

-Filtre principal carburant .

**LE GALET DOSEUR :**

Le galet doseur est contrôlé par l'unité électronique de contrôle moteur (EEC) à travers une électrohydraulique servovanne.

Le galet doseur est équipé de résolveurs, ces résolveurs envoient des signaux vers la EEC donnant la position du galet doseur.

**LE ROBINET CARBURANT HAUTE PRESSION :**

Le robinet carburant haute pression a deux positions (ouverte, fermé). Il est commandé par la manette de démarrage ; Manette de démarrage sur position CUT OFF (ARRET), le robinet carburant fermé, manette de démarrage sur position RUN (MARCHE) le robinet carburant ouvert.

**VANNE DE MISE EN PRESSION ET DE DRAINAGE :**

Cette vanne a deux positions fermée et ouverte lors de démarrage moteur et quand la pression carburant est entre 240 et 300 PSI la vanne de mise en pression s'ouvre et le carburant va vers la chambre de combustion.

A l'arrêt moteur quand la pression du carburant chute et devient inférieur à 240 PSI la vanne se ferme évitant que le carburant aille vers les injecteurs cette protection permet d'éviter la calamité des injecteurs.

**BY-PASS :**

La vanne by-pass est une vanne dont le rôle principal est de dériver l'excédant carburant du régulateur vers la pompe carburant 2<sup>ème</sup> étage.

La by-pass est tarée à une pression différentielle de 36 PSI.

**REGULATEUR DE DIFFERENCE DE PRESSION :**

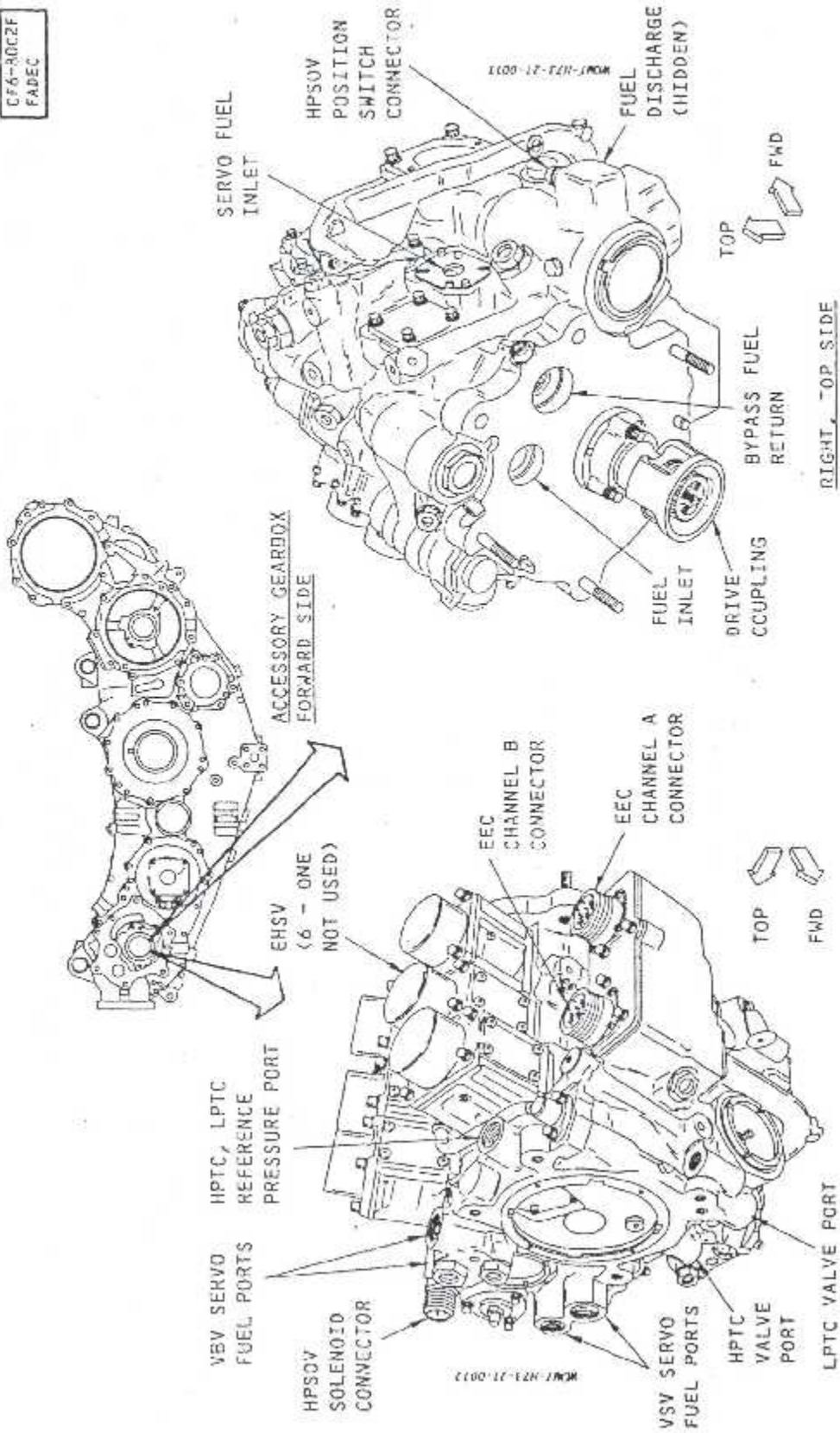
Le clapet de pression différentielle est taré à 36 PSI lorsque la différence est atteinte la by-pass s'ouvre.

**GOVERNEUR DE SURVITESSE :**

Le rôle de ce gouverneur est d'éviter la survitesse de l'attelage haute pression N2, si la vitesse atteint 113,4% N2 il ouvre la by-pass.



CF6-80C2F  
FADEC



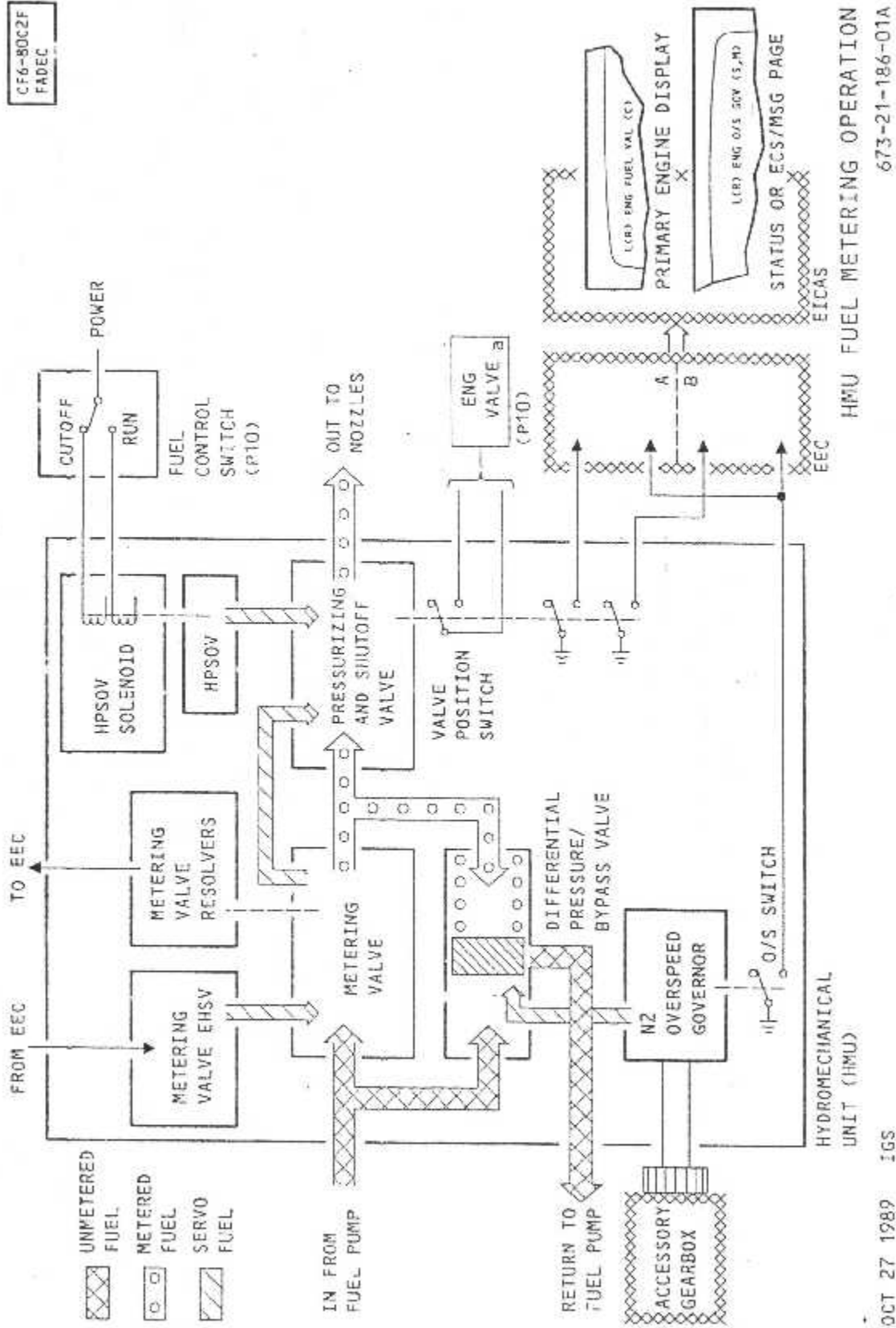
HYDROMECHANICAL UNIT  
673-21-185-01A

- Régulateur carburant ( HMU ).

OCT 27 1989 1GS



CF6-80C2F  
FADEC



- Fonctionnement de régulateur carburant (HMU).

**ELECTROHYDRAULIQUE SERVOVANNE :**

Le régulateur principal carburant (HMU) comporte six (06) électroservovannes destinées pour les fonctions suivantes :

- ◆ Galet doseur.
- ◆ Vérins des vannes de décharge
- ◆ Vérins des stators a calage variable.
- ◆ Vanne de refroidissement du carter turbine haute pression.
- ◆ Vanne de refroidissement du carter turbine basse pression.

Le sixième électrohydraulique servovanne n'est pas utilisée sur les moteurs d'AIR ALGERIE.

C'est l'unité électronique de contrôle moteur EEC qui commande électriquement les électrohydrauliques servovannes du régulateur principal (HMU).

**III-1-6- Le débitmètre :**

Le rôle du débitmètre est de mesurer la quantité carburant qui va vers les 30 injecteurs. Il est localisé sous la pompe carburant. Il pèse 3,5 livre.

**III-1-7- L'échangeur huile /carburant de l'alternateur :**

Il est localisé sous le débitmètre, son rôle est de refroidir l'huile d'alternateur.

L'huile de l'alternateur est refroidit par :

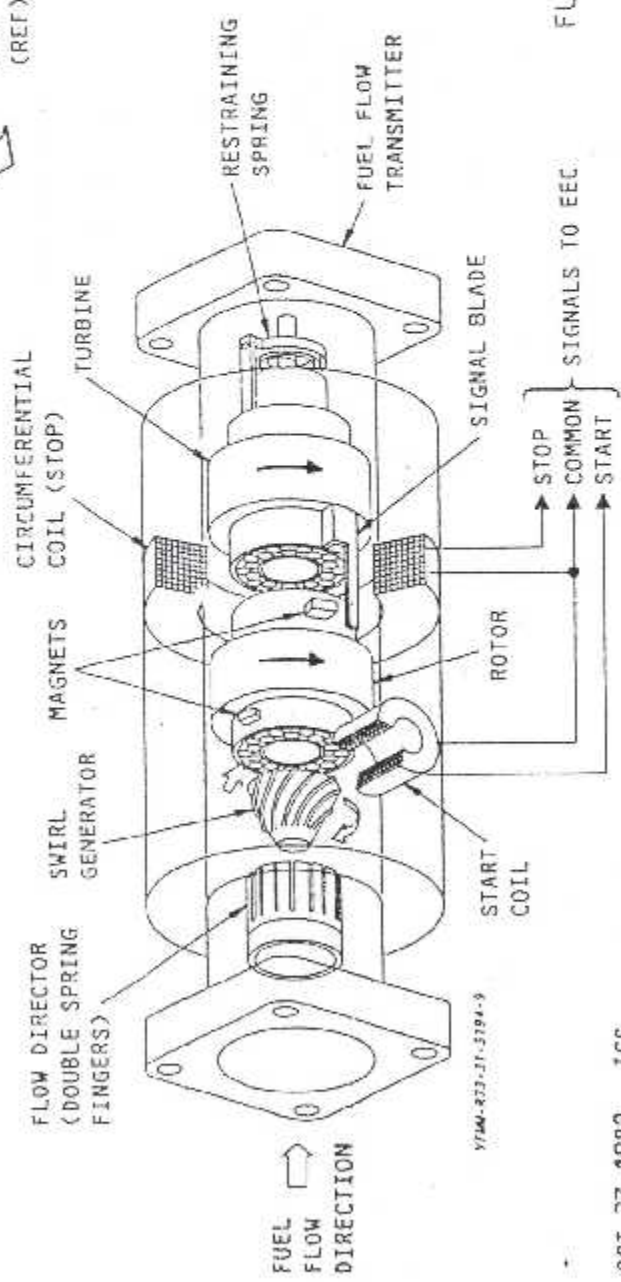
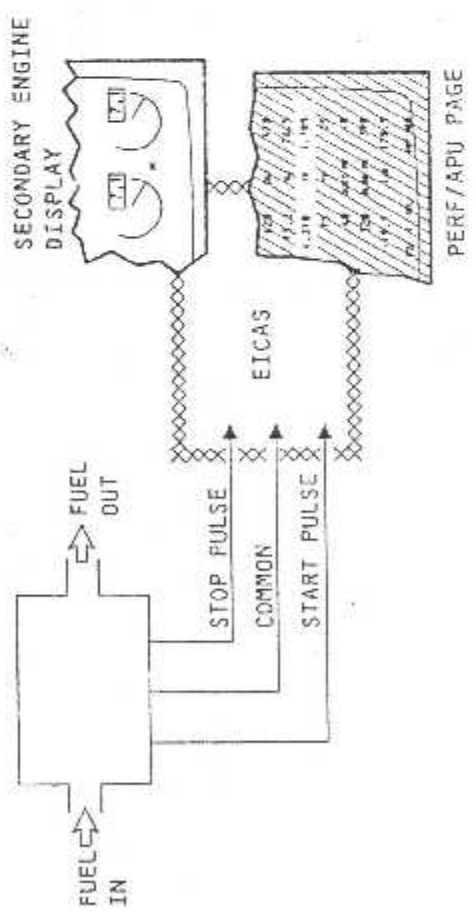
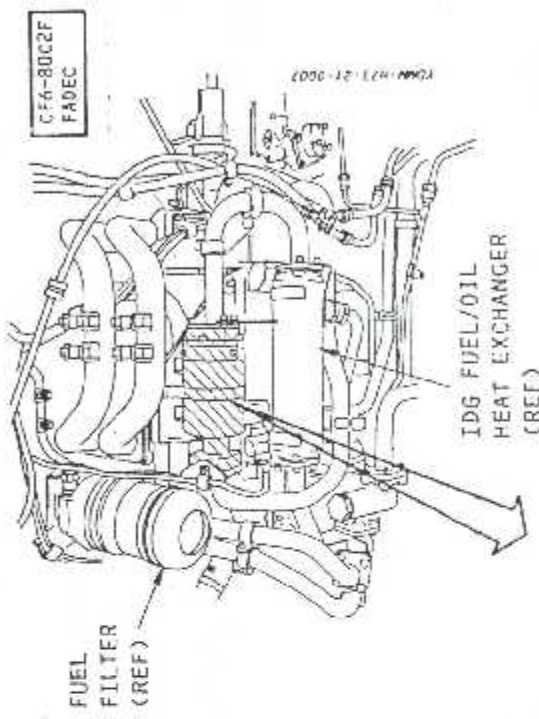
- Le carburant
- L'air

**LE REFROIDISSEMENT PAR CARBURANT :**

Le carburant passe dans les tubes de l'échangeur et l'huile passe à travers les tubes. L'échangeur carburant refroidit en permanence l'huile d'alternateur par échange thermique (convection).

**LE REFROIDISSEMENT PAR AIR :**

L'échange air/huile ne fonctionne pas en permanence et sert que d'appoint au circuit de refroidissement dans des conditions particulières de fonctionnement.



FUEL FLOW TRANSMITTER  
673-31-171-01A

OCT 27 1989 16S

DEBIMETRE

La vanne électropneumatique d'admission d'air est commandée en fonction de la température d'entrée d'huile dans l'alternateur, lorsque celle-ci atteint 127° c.

L'énergie utilisée pour ouvrir cette vanne est prélevée du 11<sup>ème</sup> étage compresseur haute pression.

La vanne se referme lorsque la température d'huile a été au-dessous de 104° c.

### III-1-8- Les injecteurs :

La chambre de combustion est équipée de trente (30) injecteurs. Les injecteurs sont duplex, ils comportent le flux primaire et le flux secondaire.

Le flux primaire est taré à 20 PSI. Le flux secondaire à 250 PSI l'injecteur pèse 1,8 livres.

Il y a 28 injecteurs standard repérés par une bague en ALUMINUM, leurs débits est de 70 livres/heure.

Les injecteurs 15 et 16 sont spéciaux ils sont repérés par une bague bleue leurs débit est de 115 livres/heure.

Les injecteurs 15 et 16 sont conçus d'avoir un débit supérieur aux 28 autres injecteurs dont le but est d'éviter l'extinction de la flamme lors d'une décélération.

### III-2- Fonctionnement du circuit carburant :

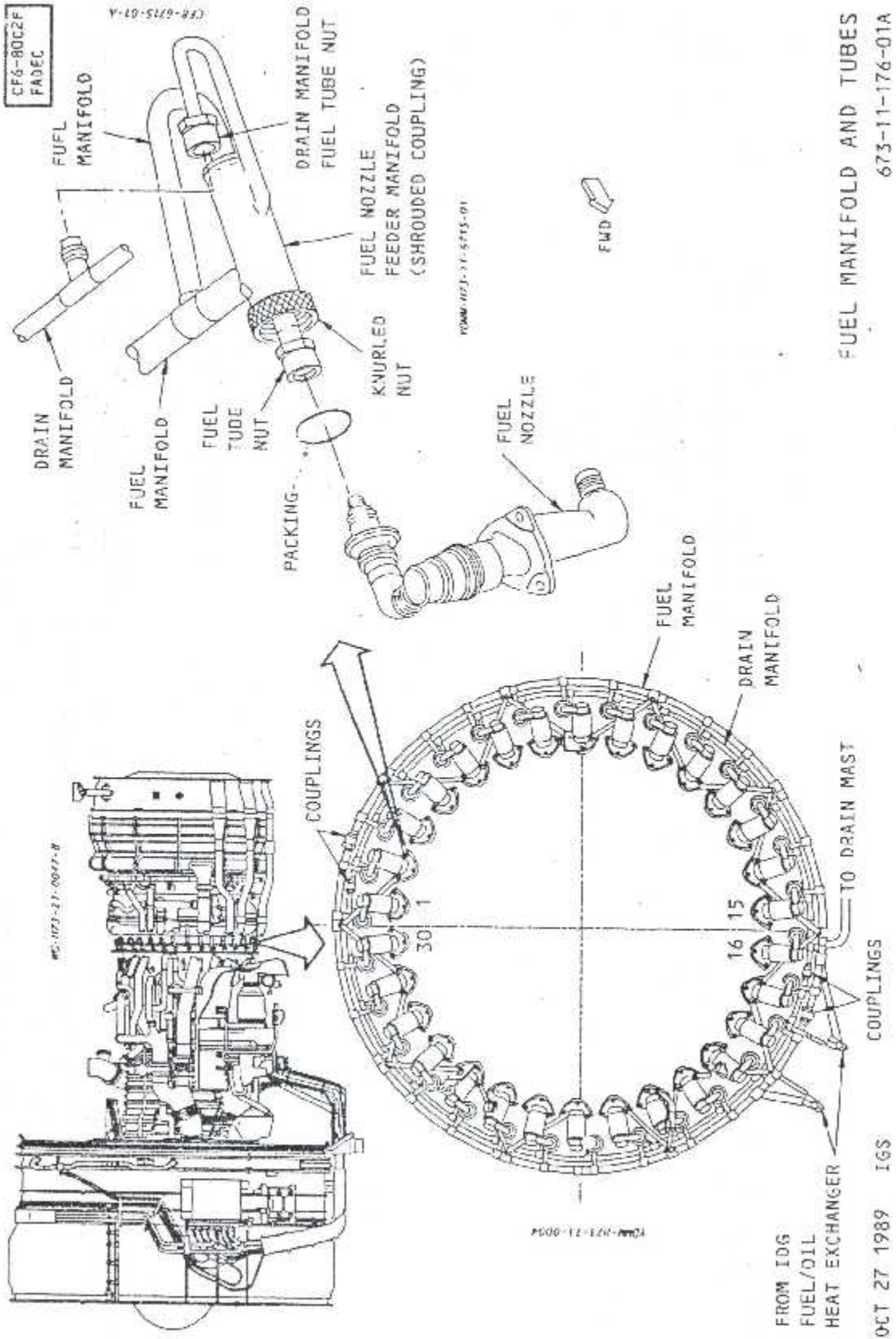
Le carburant arrive des réservoirs avion vers l'entrée de la pompe carburant.

Le carburant passe à travers le 1<sup>er</sup> étage de la pompe carburant, cette dernière augmente la pression carburant au maximum de 152 PSI.

De la pompe 1<sup>er</sup> étage carburant passe à travers un filtre métallique qui est équipé d'une BY-PASS tarée à 4 PSI et va directement vers le 2<sup>ème</sup> étage pompe carburant, cette dernière a la capacité d'augmenter la pression carburant jusqu'à 1300 PSI.

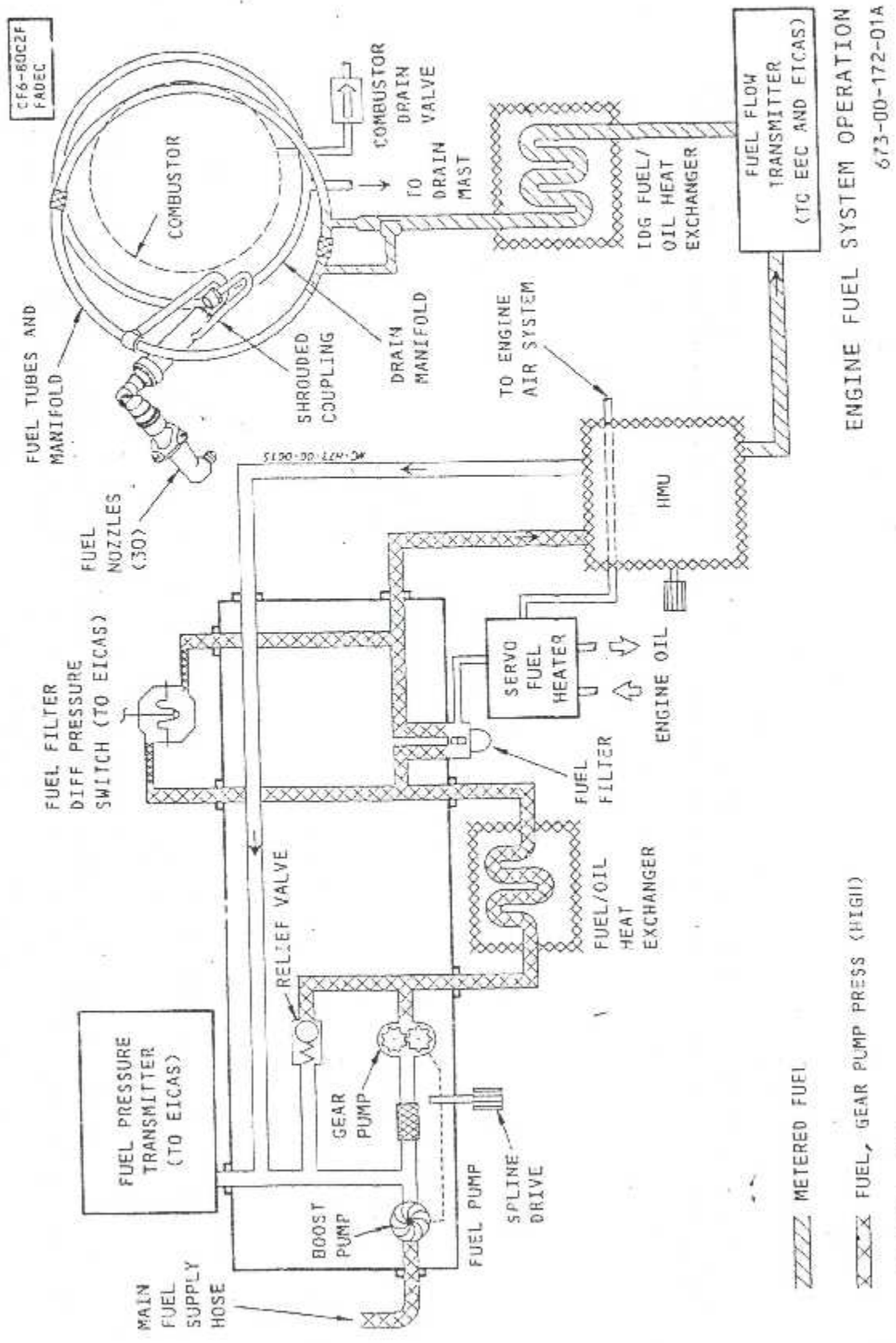
De la pompe carburant, le carburant passe dans l'échangeur huile / carburant dans le but de refroidir l'huile de graissage moteur et de réchauffer le carburant pour faciliter sa détonation.





-Injecteur





FONCTIONNEMENT DU CIRCUIT CARBURANT

De l'échangeur l'huile/carburant, le carburant passe à travers le filtre principal jetable de 35 micron et équipé d'une BY-PASS tarée de 35 PSI.

A la sortie du filtre carburant le carburant passe :

- Vers le régulateur carburant pour aller vers les 30 injecteurs
- Vers le servo réchauffeur carburant où il sera réchauffé par de l'huile moteur dans le but d'éviter le givrage carburant pour le fonctionnement des servocommandes du régulateur principal carburant (HMU).

A la sortie du régulateur carburant, le carburant passe à travers le débitmètre puis vers l'échangeur huile/carburant alternatif pour ensuite s'acheminer vers les 30 injecteurs

### III-2-1- Contrôle du circuit carburant :

Le circuit carburant est surveillé par :

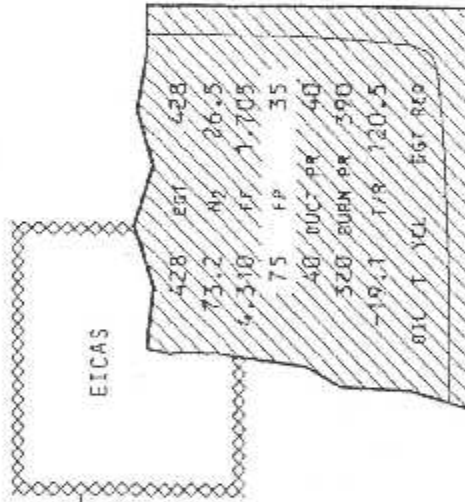
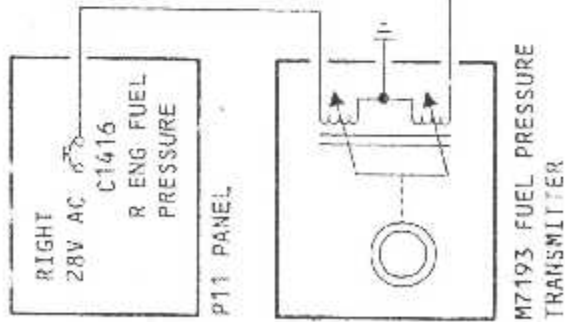
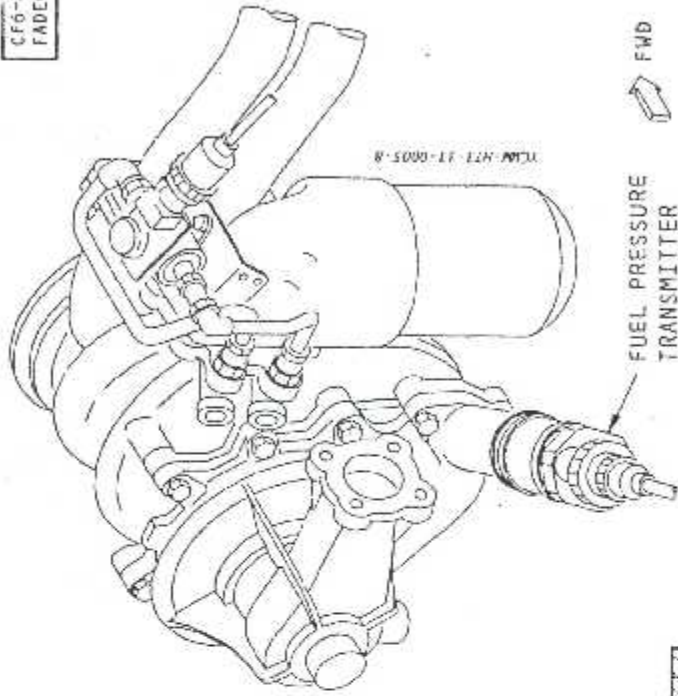
- **Un transmetteur de pression :**  
Ce transmetteur affiche la pression carburant de la pompe 1<sup>er</sup> étage au niveau de l'EICAS cette pression varie entre 0 et 152 PSI.
- **Un switch de pression différentielle :**  
Ce switch permet de surveiller le colmatage filtre carburant. Si la pression différentielle atteint 35 PSI la BY-PASSE s'ouvre et nous annonce une indication de colmatage au niveau de l'EICAS.
- **Un débitmètre :**  
Il affiche la quantité carburant consommée par le moteur au niveau de l'EICAS.

### III-2-2- Servitudes alimentées par le carburant :

Le circuit carburant du réacteur GENERAL ELECTRIC CF6-80-C2 FADEC alimente :

- Les deux (02) vérins des vannes de décharge
- Les deux (02) vérins des stators à calage variable
- La vanne de refroidissement du carter turbine haute pression
- La vanne de refroidissement du carter turbine basse pression

CF6-80C2F  
FADEC



PERF/APU PAGE

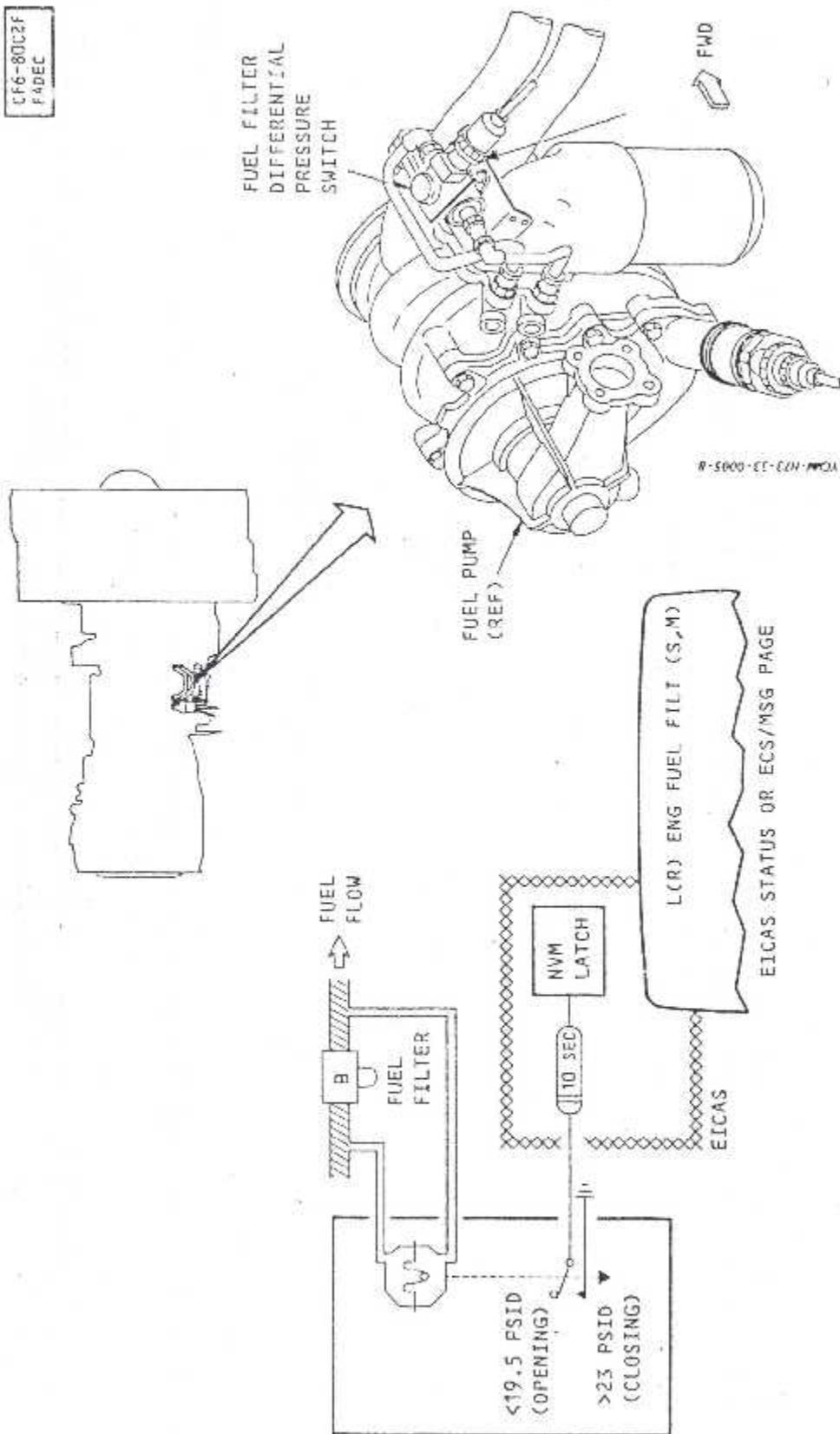
FUEL PUMP INTERSTAGE PRESSURE TRANSMITTER  
673-33-171-01A

OCT 27 1989 IGS

-Transmetteur de pression.



CF6-80C2F  
FADEC



FUEL FILTER DIFFERENTIAL PRESSURE SWITCH  
673-34-171-01A

20CT 27 1989 IGS

-Switch de pression différentielle -

### III-2-3- Contrôle du débit d'AIR :

Le contrôle du débit d'AIR à travers le compresseur du réacteur CF6-80-C2 FADEC est réalisé par un dispositif anti-pompage. Le dispositif anti-pompage évite le pompage et améliore l'efficacité du réacteur.

L'unité électronique de contrôle moteur (EEC) utilise les signaux (N2, T2.5 et P2.5) des capteurs moteur pour contrôler les électrohydrauliques servovannes du régulateur principal carburant (HMU).

Les électrohydrauliques servovannes utilisent de la pression carburant pour actionner les vérins des :

- Des stators à calage variable (VSV).
- Des vannes de décharge (VBV).

L'unité électronique de contrôle moteur (EEC) augmente le courant électrique vers les électrohydrauliques servovannes proportionnel au régime de l'attelage haute pression N2. Les électrohydrauliques servovannes dirigent de la pression carburant vers les vérins des VSV et VBV pour les mettre en position commandée par l'unité électronique de contrôle moteur (EEC).

#### III-2-3-1- Dispositif anti-pompage :

La protection anti-pompage du réacteur CF6-80-C2 FADEC est assurée par une variation commandée de l'angle de cailage :

- Des aubes de prérotation (IGV).
- Des aubes de stator des cinq (05) premiers étages du compresseur haute pression (VSV).
- Des douze (12) vannes de décharge à section variable (VBV) installées sur la veine de refoulement du compresseur basse pression.

#### III-2-3-2- Description des aubages stator à calage variable :

L'entrée du compresseur haute pression est équipé de trente quatre (34) aubes de prérotation (IGV).

Les cinq (05) premiers étages du compresseur haute pression comportent des stators à calage variable. L'ensemble des aubes de prérotation (IGV) et des



Les leviers de commande des VSV d'une même rangée d'aubes sont reliés à un anneau de commande. Les six (06) anneaux de commande des VSV sont entraînés par deux (02) barres de commande disposées symétriquement de chaque côté du compresseur haute pression.

C'est le régulateur carburant (HMU) qui détermine la position des VSV et conserver constamment la valeur de l'angle d'incidence de l'écoulement aérodynamique par rapport aux ailettes du compresseur quel que soit le régime moteur.

#### FONCTIONNEMENT DES AUBES STATOR A CALAGE VARIABLE :

- Au régime élevé le compresseur fonctionne à un régime d'adaptation qui lui assure un rendement optimum. Les VSV sont en position ouverte.
- A bas régime ce compresseur s'éloigne de son régime d'adaptation, l'angle d'incidence des aubes augmente progressivement pour conserver l'angle d'incidence rotor constant. Pour un régime N2 inférieur au ralenti les VSV sont dits en position fermée.

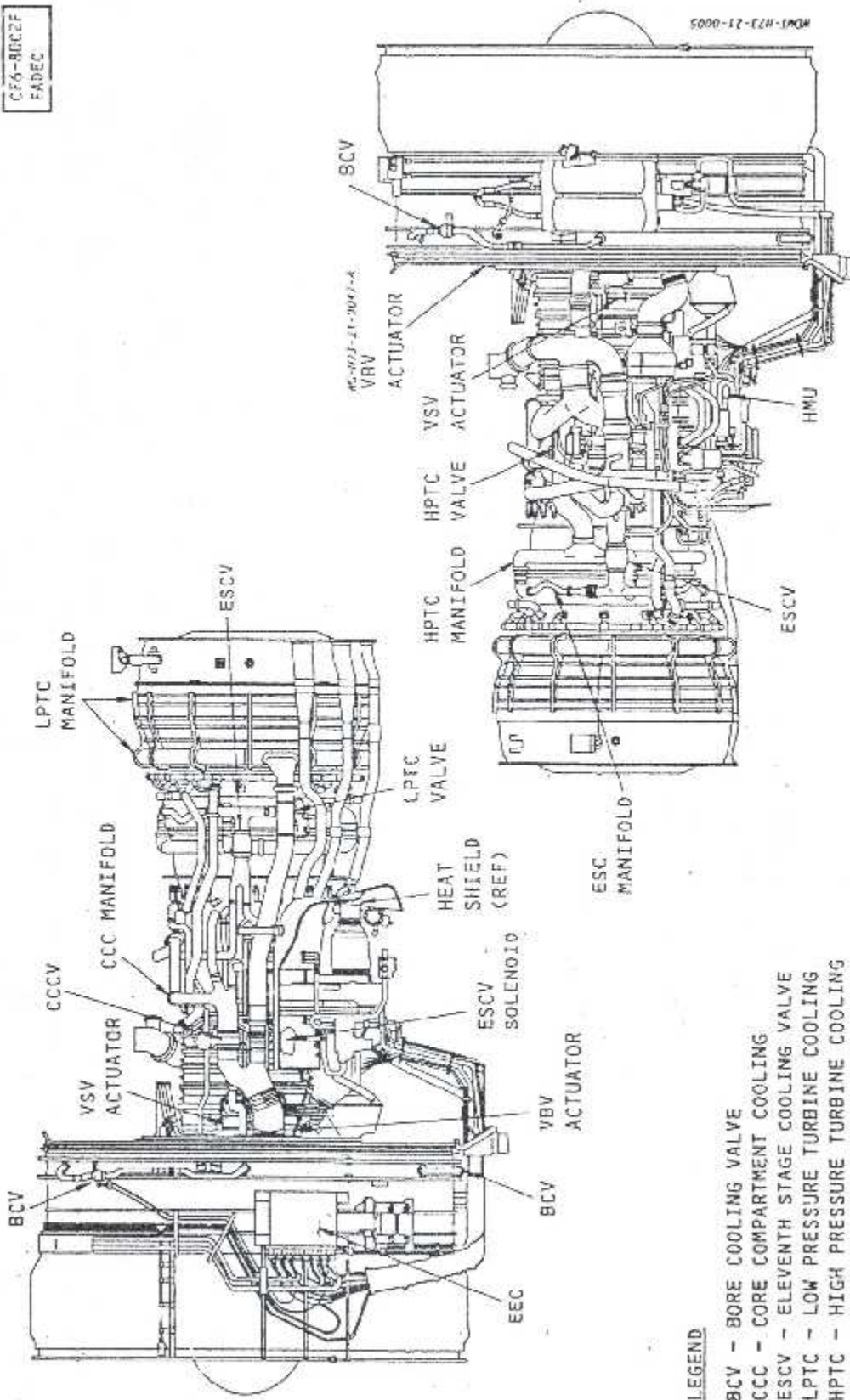
#### III-2-3-3- Description des vannes de décharge :

Le compresseur basse pression étant destiné à alimenter le compresseur haute pression, fournit un taux de compression faible mais adapté aux régimes élevés.

Aux bas régimes le débit d'air qu'il fournit est généralement excessif au besoin c'est à dire son taux de compression est trop élevé ce qui provoque le pompage, la décharge du compresseur basse pression est réalisée par l'ouverture d'une série de douze (12) vannes, ces vannes sont appelées vannes de décharge (VBV).

Les vannes de décharge sont disposées à l'arrière du compresseur basse pression elles sont interconnectées par un anneau de commande et actionnées par deux (02) vérins hydrauliques. C'est le régulateur carburant (HMU) qui détermine la position des vannes de décharge (VBV).

CF6-80C2F  
FADEC



**LEGEND**

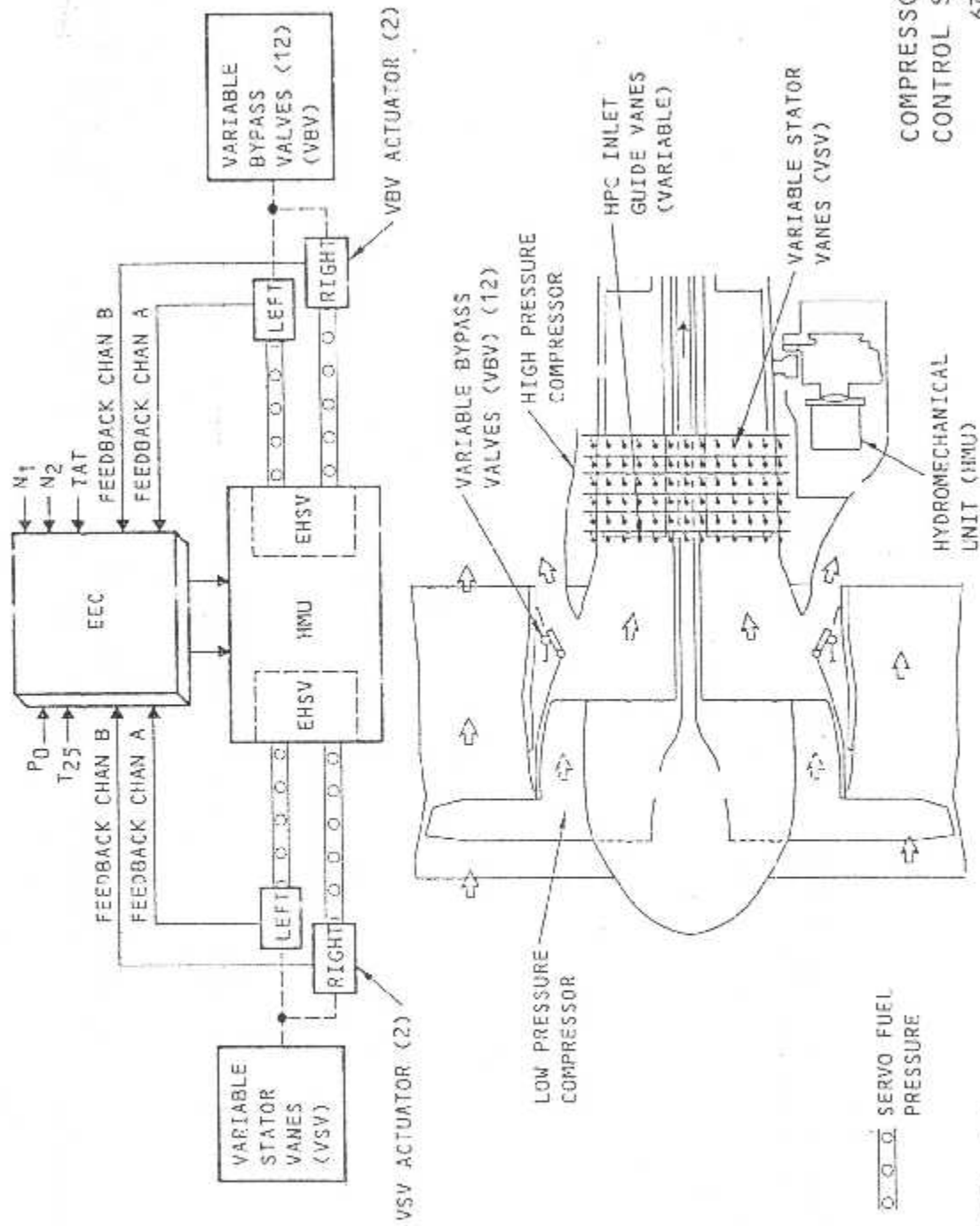
- BCV - BORE COOLING VALVE
- CCC - CORE COMPARTMENT COOLING
- ESCV - ELEVENTH STAGE COOLING VALVE
- LPTC - LOW PRESSURE TURBINE COOLING
- HPTC - HIGH PRESSURE TURBINE COOLING
- VBV - VARIABLE BYPASS VALVE
- VSV - VARIABLE STATOR VANE

OCT 27 1989 IGS

ENGINE AIR SYSTEM COMPONENT LOCATIONS  
675-00-172-01A

-Location des composants du circuit d'air .

CF6-80C2F  
FADEC

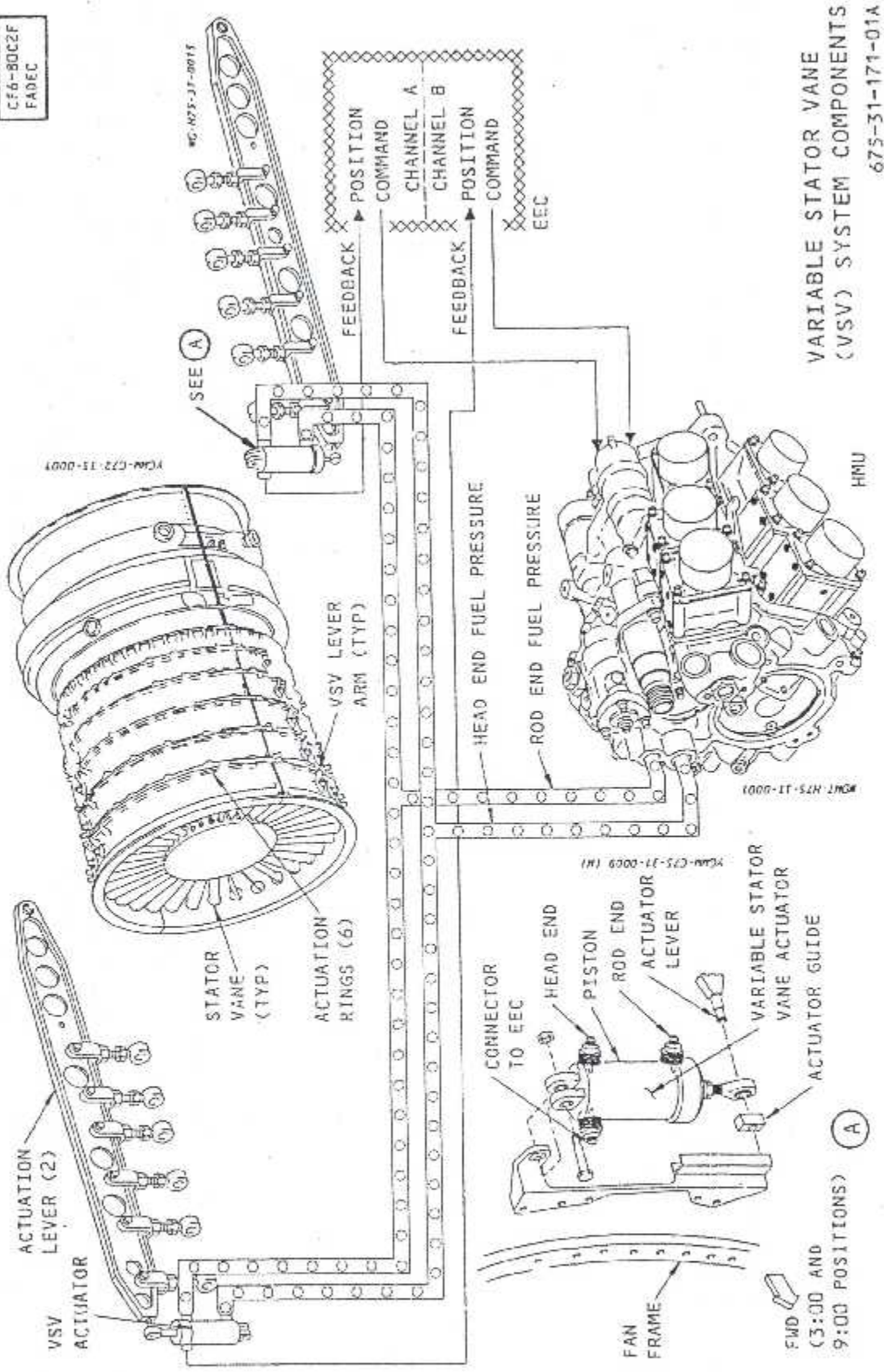


COMPRESSOR AIRFLOW  
CONTROL SYSTEM  
675-30-171-01A

DISPOSITIF ANTI POMPAGE

OCT 27 1989 16S

CF6-80C2F  
FADEC



VARIABLE STATOR VANE  
(VSV) SYSTEM COMPONENTS  
675-31-171-01A

# STATOR A CALAGE VARIABLE

(A)

FWD (3:00 AND  
9:00 POSITIONS)

OCT 27 1989 IGS



### FONCTIONNEMENT DES VANNES DE DECHARGE :

Les vannes de décharge permettent de réguler le débit d'air primaire dans le moteur pour diminuer les risques de pompage du compresseur lorsque celui-ci travaille en dehors des conditions optimales de fonctionnement c'est à dire à bas régime

- En accélération rapide
- En décélération rapide

Dans ces conditions, le régulateur carburant (HMU) commande l'ouverture progressive des vannes de décharge (VBV), entraîne une diminution du rapport manométrique du compresseur basse pression et une augmentation de son débit donc les risques de pompage du compresseur sont ainsi réduits.

Au régime élevé et stabilisé en condition standard, le réacteur fonctionne à son régime d'adaptation les vannes de décharges (VBV) sont fermées. Le programme de fonctionnement des vannes de décharges (VBV) est déterminé en fonction de la position instantanée des aubes de stators à calage variable (VSV) donc il dépend aussi du régime N2 et de la température T2.5. Les vérins de commande des vannes de décharge (VBV) sont montés sur la partie arrière du carter FAN, chaque tige du piston du vérin est liée à une bielle qui entraîne un anneau.

L'anneau est connecté à douze (12) autres bielles qui assurent la position des vannes de décharge (VBV). La sortie des pistons provoque une rotation en arc de cercle de l'anneau dans le sens contraire des aiguilles d'une montre et ouvre les vannes de décharge (VBV). La rétraction des pistons déplace l'anneau dans le sens des aiguilles d'une montre et provoque la fermeture des vannes de décharges (VBV).

### LI-3- DISPOSITIF ACTIF DE CONTROLE DES JEUX DE TURBINE

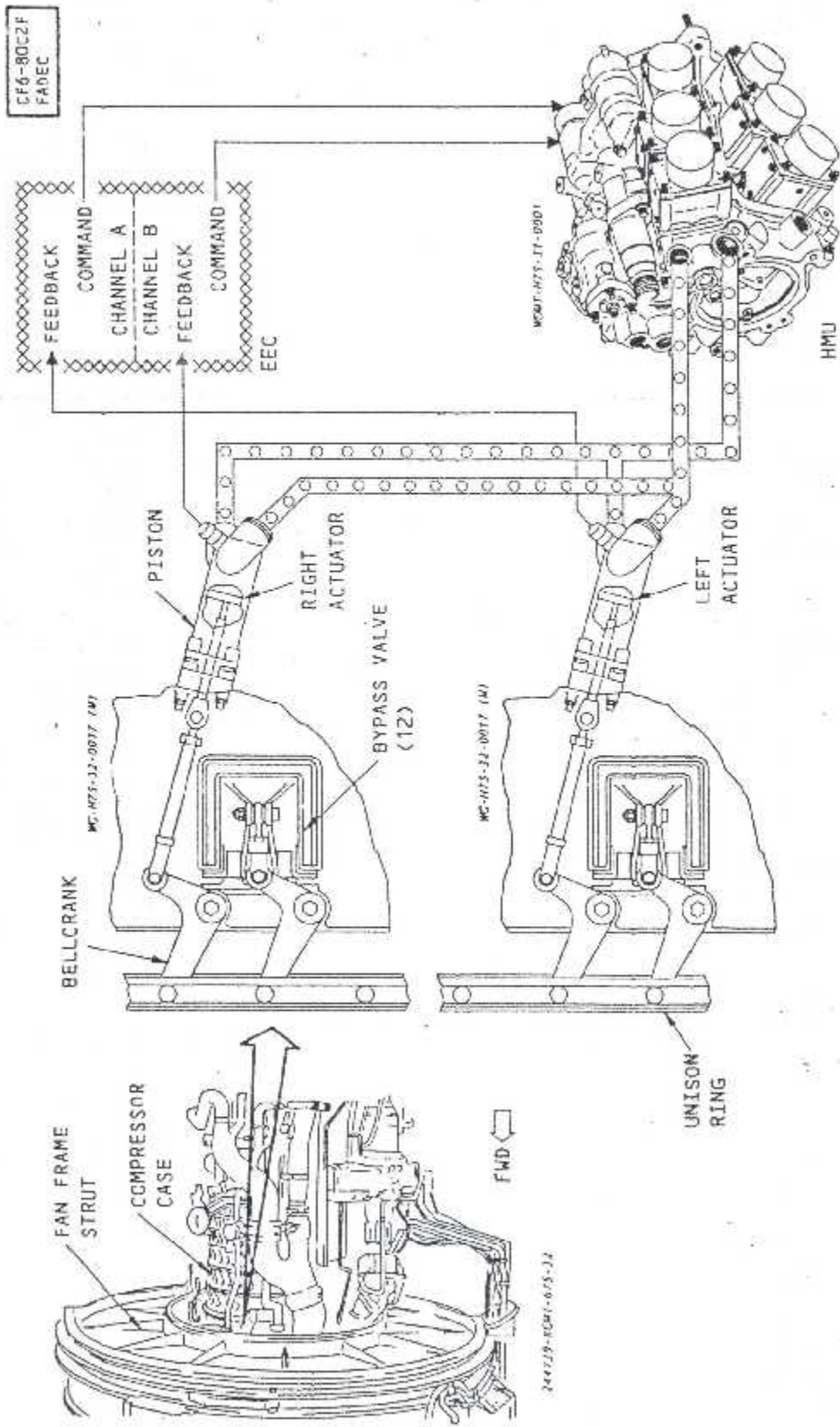
#### HAUTE/BASSE PRESSION :

#### DESCRIPTION :

Le circuit de refroidissement du carter turbine utilise deux (02) collecteurs séparés pour refroidir les carters turbine haute / basse pression.

Le refroidissement des carters turbines est assuré par une distribution annulaire ordonnée de tubulures percées uniformément ; appelée rampe de distribution. Celui-ci décharge l'air du FAN sur la surface des carters turbines haute/basse pression par des injections d'air frais. Le flux de refroidissement réduit le jeu radial entre rotor et stator et augmente l'efficacité de la turbine.





VARIABLE BYPASS VALVE (VBV) SYSTEM COMPONENTS  
675-32-171-01A

- Vanne de décharge

OCT 27 1989 IGS

L'air en provenance du FAN pour chaque collecteur est contrôlé par des vannes de refroidissement identiques :

- La vanne de refroidissement du carter turbine haute pression. Elle est localisée sur le côté droit du moteur en position 1h.
- La vanne de refroidissement du carter turbine basse pression. Elle est localisée sur côté gauche du moteur en position 8h près de la chambre de combustion.

Les vannes de refroidissement des carters turbines haute/basse pression sont du type papillon, actionnées par un vérin hydraulique.

La modulation de vanne de refroidissement est commandée par du carburant sous pression en provenance du régulateur principal carburant (HMU) à travers l'électrohydraulique servo-vanne.

La vanne de refroidissement du carter turbine comprend :

- Deux transducteurs linéaires de déplacement variable ( Linear Variable Displacement Transformer = LVDT ) qui envoient un signal de position de la vanne vers l'unité électronique de contrôle moteur (EEC). Chaque LVDT est équipé d'une prise électrique.

Un LVDT est excité et lu par le canal A du EEC, l'autre est excité et lu par le canal B du EEC.

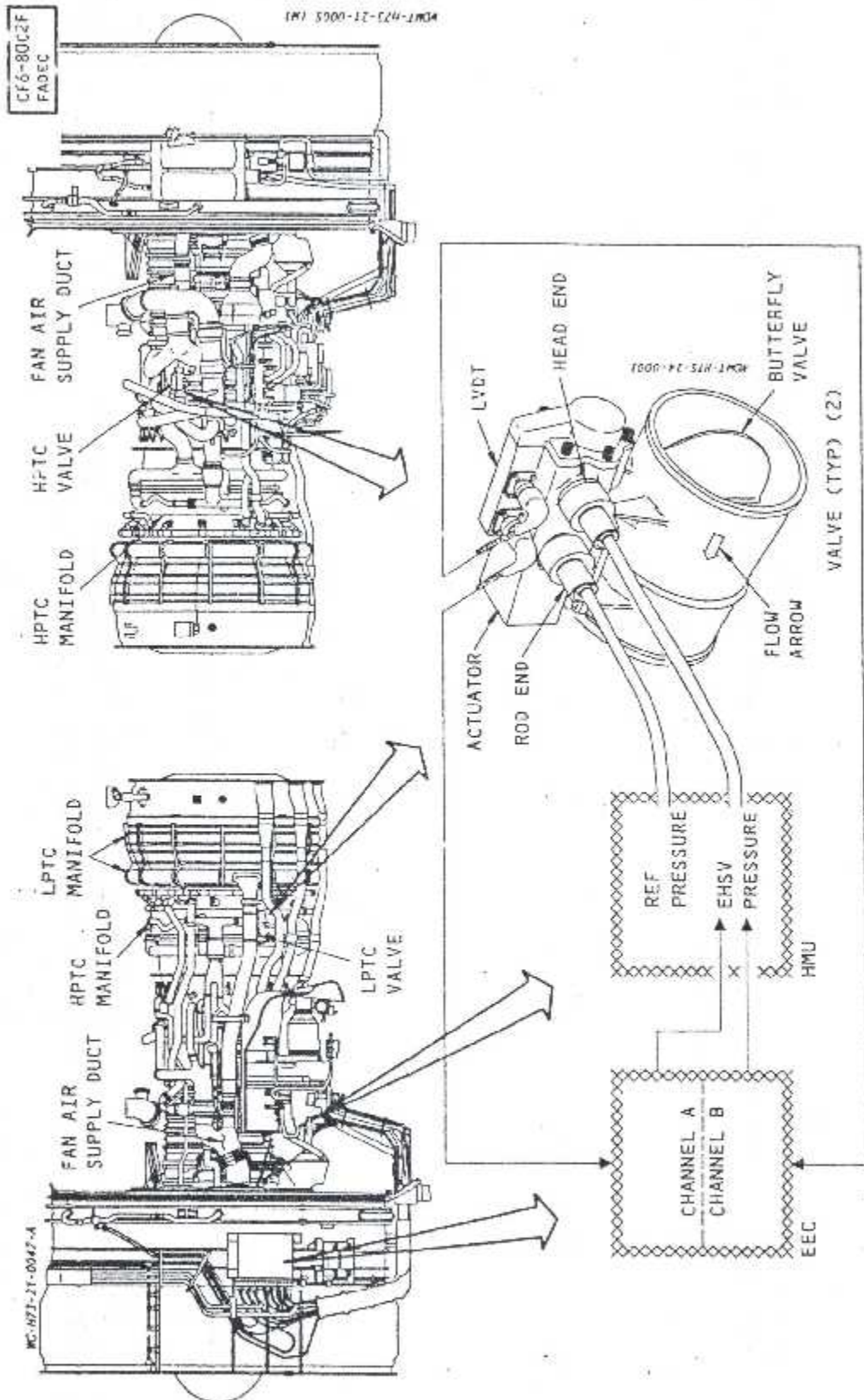
- Une flèche sur le corps de la vanne qui indique le sens de l'écoulement facilitant ainsi son installation

### FONCTIONNEMENT :

Le refroidissement du carter turbine haute pression est contrôlé par le canal actif de l'unité électronique de contrôle moteur (EEC), l'électrohydraulique servovanne (EHSV) du régulateur principal carburant (HMU) et la vanne de refroidissement du carter turbine basse pression.

Le logiciel des composants du contrôle actif des jeux des turbines dans l'unité électronique de contrôle moteur (EEC) sont :

- Les calculateurs dimensionnels.
- Les calculateurs de commande.
- Les vannes de commande.



TURBINE CASE COOLING (ACTIVE CLEARANCE CONTROL)  
675-24-171-01A

OCT 27 1989 IGS

-Refroidissement carter turbine haute et basse pression.



Les calculateurs dimensionnels envoient un signal de la valeur de l'erreur à chaque fois qu'ils déterminent que le jeu entre le carter turbine et les ailettes est incorrect.

Pour faire ces calcul, le calculateur dimensionnel utilise plusieurs paramètres :

- Les températures (TAT, T2.5, T, T4.9).
- Les pressions (pression ambiante et pression totale).
- Les vitesses (N1 réel et N2 réel).

Les calculateurs de commande reçoivent les signaux de la valeur de l'erreur et les convertissent en signaux de commande de la position de la vanne de refroidissement.

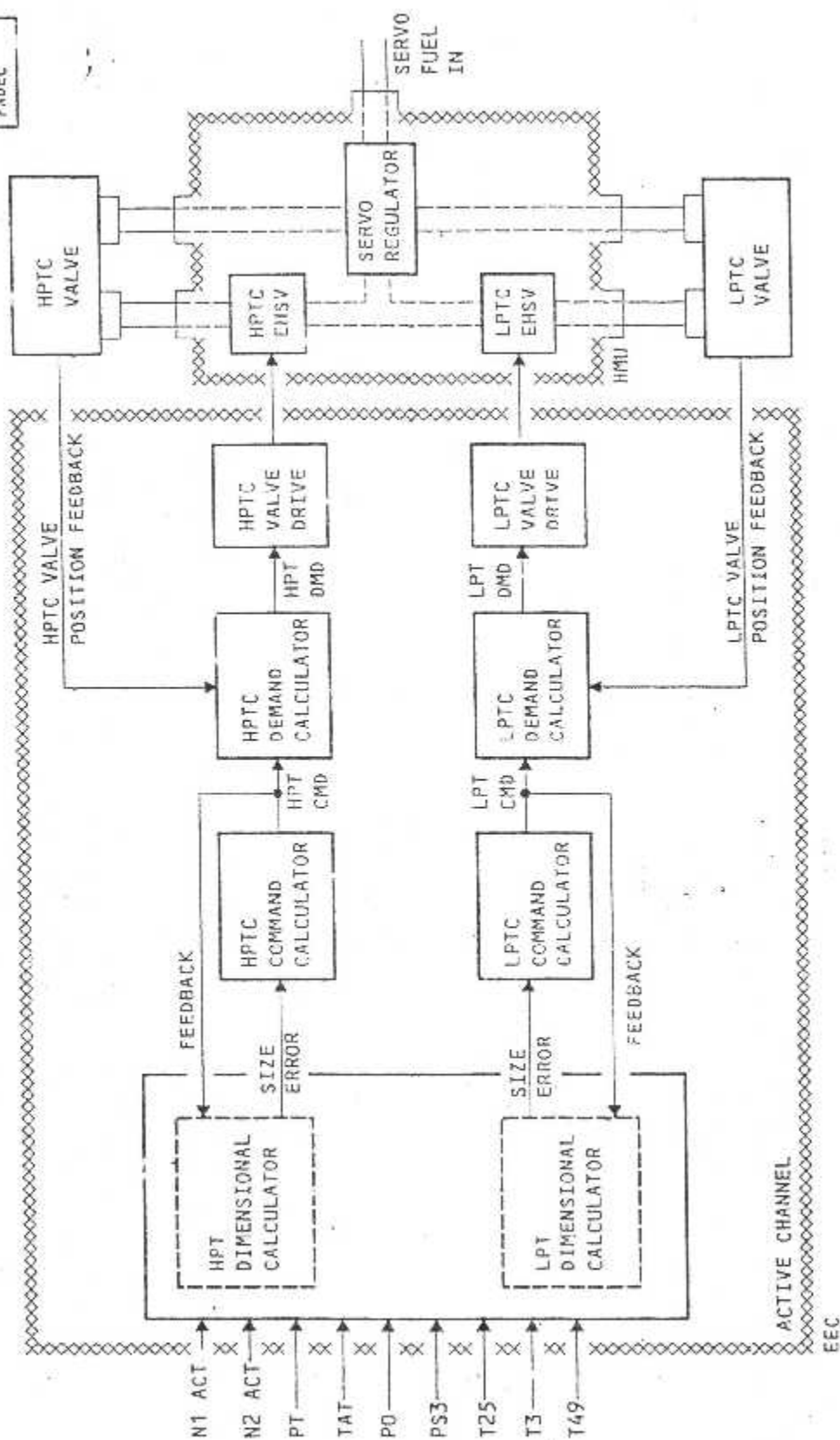
Le signal de commande de la position de la vanne de refroidissement est donné en pourcentage :

- 0 % la vanne de refroidissement est complètement fermée.
- 100 % la vanne de refroidissement est complètement ouverte.

Les calculateurs de demande utilise les signaux de commande d'asservissement pour déterminer l'erreur entre la commande de la position de la vanne refroidissement et générant des signaux égaux à la valeur de l'erreur.

Les signaux de la valeur de l'erreur sont envoyés aux drivers (vérins de commande) de la vanne de refroidissement qui convertissent les signaux digitaux en signaux électrique (courant continue). Ces signaux électriques vont aux électrohydrauliques servo-vanne du régulateur principal carburant (HMI) pour contrôler les positions des vannes de refroidissement des carters turbines haute pression et basse pression.

CF6-80C2F  
FADEC



TURBINE CASE COOLING CONTROL  
675-24-172-01

OCT 27 1989 IGS

### -Système de commande et de contrôle turbine





*CHAPITRE IV*

*MAINTENANCE DU CIRCUIT*

*CARBURANT DU REACTEUR*

*CF6-80- C2 FADEC*

## IV- MAINTENANCE DU CIRCUIT CARBURANT DU REACTEUR CF6-80-C2 FADEC

### IV-1- POLITIQUE DE MAINTENANCE :

La maintenance est définie comme étant l'ensemble des actions permettant de maintenir ou d'établir un bien dans un état spécifique en mesure d'assurer un service déterminé.

Il existe plusieurs types de maintenance

- Maintenance préventive.
- Maintenance systématique.
- Maintenance conditionnelle.
- Maintenance corrective.

#### IV-1-1- Maintenance préventive :

C'est la maintenance effectuée dans l'intention de réduire la probabilité de défaillance d'un bien ou la dégradation d'un service rendu. C'est une intervention de maintenance prévue d'unités d'usage.

#### IV-1-2- Maintenance systématique :

C'est une maintenance préventive selon un échéancier établie suivant le temps ou le nombre d'unités d'usage.

#### IV-1-3- Maintenance conditionnelle :

C'est la maintenance subordonnée à un type d'événement prédéterminé.

#### IV-1-4- Maintenance corrective :

C'est l'opération de maintenance effectuée en défaillance.

### IV-2- ENTRETIEN AVEC SURVEILLANCE DU COMPORTEMENT EN SERVICE :

Un élément qui fait un entretien avec surveillance du comportement en service, signifie que l'intervention sur cet élément soit après l'indication de défaillance. Ce mode d'entretien n'est applicable qu'aux éléments dont la défection ne va pas se répercuter sur l'état de navigabilité.

Cet entretien nécessite la mise en œuvre des moyens appropriés de suivi pour sélectionner les éléments dont le niveau de fonctionnement n'est pas satisfaisant (fiabilité, statistique, consommation).

La maintenance avec surveillance du comportement est en partie basée sur la connaissance statistique des comportements de l'élément dont on surveille la vie.

### ENTRETIEN SELON VERIFICATION DE L'ETAT :

Signifie que cet élément subit des interventions périodiques ou éventuellement soumis à des observations continues pour déterminer son état. Les critères pour déterminer ces éléments peuvent-être entretenus selon vérification de l'état sont les suivants :

- Possibilité d'évaluer la dégradation de l'état, généralement sans déposer par inspection visuelle, mesure des paramètres significatifs, essais etc....
- Définition dans un document d'entretien de la valeur limite des paramètres significatifs ont des tolérances sur la qualité, les performances, l'usure ou la diminution de la résistance ou défaillance, nécessitant des travaux ultérieurs sur éléments.

Cette politique nécessite la mise en œuvre des méthodes de détection et de diagnostics des pannes éventuellement ainsi que les moyens d'intervention pour mener les actions correctives.

### GENERALITES SUR LA MAINTENANCE AERONAUTIQUE :

Ces notions fondamentales ont influé sur la conception des moteurs avion par l'adaptation de ceux-ci au niveau des moyens et des méthodes de détection (maintenance préventive) et la recherche des solutions économiques pour réaliser la maintenance corrective.

Pour les besoins de la maintenance la F.A.A a créé des règlements, une grande partie font référence à la révision moteur programmée. Les utilisateurs sont soumis à déposer, démonter, reconditionner, remonter et mettre en place chaque matériel de façon systématique et périodique.

La compagnie nationale AIR-ALGERIE procède à une maintenance qui consiste à faire :

- L'entretien en ligne.
- La Maintenance en ateliers.

#### EVOLUTION DE LA POLITIQUE DE MAINTENANCE :

Dans la politique de maintenance, on distingue plusieurs phases :

- Avant 1960 la maintenance consistait à effectuer des révisions générales à potentiel fixe.
- Avant 1966 on pratiquait des révisions générales spécifiques des parties froides et chaudes du moteurs en introduisant la visite intermédiaire.
- En 1966 l'introduction des programme de fiabilité.
- En 1966 l'introduction de la maintenance modulaire.
- En 1972 la maintenance selon état.

#### ENTRETIEN AVEC TEMPS LIMITE :

Dire qu'un élément fait objet d'un entretien avec temps limité, signifie que cet élément devra être déposé avant d'atteindre son potentiel (heure de vol, fonctionnement, nombre de cycles).

- Soit pour certains travaux qui permettent de le libérer pour une nouvelle période (potentiel de révision générale ou partielle).
- Soit pour être retiré de service (vie limitée).

#### IV-3- STRATEGIE DE MAINTENANCE DU REACTEUR CF6-80-C2 FADEC :

Le réacteur Général Electrique CF6-80-C2 FADEC nécessite une maintenance préventive et curative pour augmenter sa durabilité ou diminuer les pannes en cours d'utilisation.

Cette maintenance consiste en deux méthodes utilisées régulièrement :

- Entretien en ligne.
- Entretien en atelier.

#### Entretien en ligne :

L'inspection en ligne est une inspection suivant des protocoles et des fiches de travaux établis par le département ENGINEERING d'AIR-ALGERIE suivant le manuel de maintenance établis par le constructeur GENERAL ELECTRIC.

Cette inspection consiste à faire des vérifications avant et après chaque vol, suivant le compte rendu matériel établi par l'équipage navigant.

On vérifie le circuit carburant visuellement.

L'état de tous les composants :

- Filtre carburant
- Pompe carburant
- Régulateur carburant
- Echangeur Huile/Carburant
- Fuite carburant
- Bonne fixation des composants et des raccords
- Absence de corrosion.
- Absence de crique.
- Absence de déformation.

En cas d'anomalie

On intervient suivant les fiches de travaux.

La maintenance à l'entretien en ligne engendre plusieurs inspections :

- Inspection de routine.
- Vérification de fonctionnement.
- Inspection pour état
- PV2.
- Inspection boroscopique.



**Inspection de routine :**

C'est une inspection qui se fait après chaque vol et qui vérifie d'une manière visuelle les constituants extérieures du moteur.

**Vérification de fonctionnement :**

Cette inspection concerne la vérification du moteur au sol en inspectant les indicateurs au poste de pilotage.

**Vérification pour état :**

Cette inspection concerne la structure métallique extérieure du moteur en contrôlant les fissures et les fuites.

**PV 2 :**

Cette inspection est réalisée toutes les 200 heures de fonctionnement du moteur.

**Inspection boroscopique :**

Cette inspection qui nécessite un appareillage spécial (le boroscope) et un éclairage qui varie entre 150 et 300 watt.

Le but de cette inspection est de voir l'état interne du circuit :

- Les ailettes du compresseur.
- La chambre de combustion.
- Les ailettes de la turbine.

Cette inspection est réalisée chaque 400 cycles.

**Entretien en atelier :**

L'inspection du moteur en atelier est régie par des protocoles d'inspection nous citerons les protocoles suivants :

- Protocole inspection complète moteur assemblé.
- Protocole inspection complète modulaire.
- PV2.

L'inspection en atelier est aussi une inspection protocolaire suivant des fiches de travaux établies par le département **ENGINEERING**. Les travaux en atelier sont beaucoup plus approfondis qu'en ligne.

Les inspections suivantes :

- ↖ Inspection visuelle.
- ↖ Absence de déformation.
- ↖ Absence de crique et de corrosion.

L'inspection du circuit carburant consiste à inspecter :

- ↖ La pompe carburant.
- ↖ Le filtre carburant.
- ↖ Le régulateur principal carburant (HMU).
- ↖ Les tuyauteries.
- ↖ Les échangeurs thermiques.

En ce qui concerne le régulateur principal carburant (HMU) son inspection consiste à la vérification, réglage et ajustement si nécessaire.

Les injecteurs carburant sont lavés et nettoyés s'ils sont déposés.

L'inspection du dispositif anti-pompage consiste à inspecter :

- ↖ Les deux vérins des vannes de décharge.
- ↖ Les deux vérins des stators à calage variable.
- ↖ Les fuites.

En cas de remplacement d'une ou de plusieurs équipements, les remplacements s'effectuent suivant des fiches de travaux.

P.L.C. DU MOTEUR ASSEMBLÉ GE/CF6-80C2B2F

Ref. W/O :

Item	Designation des Travaux et Références	Résultat	Exécutants	Contrôle	T.A.	T.R.	AT	Observation
804	<u>TURBINE SECTION</u> : (72 suite) Inspection du Turbine Exhaust System. Selon AMM / B767 / TASK 78-11-00-206-001-H00.							
805	Application de la GE / REP TIP / 416.							
901	<u>ACCESSORY DRIVES</u> : (72) Inspection de l'AGB et de la TGB. Selon AMM / B767 / TASK 72-60-00-206-001-I100.							
902	Inspection du Drive Shaft Housing. Selon AMM / B767 / TASK 72-63-01-206-001-H00.							
903	Inspection des Magnete Seals en effectuant le Leakage Test. Selon AMM / B767 / TASK 72-60-00-705-001-I100.							
1001	<u>FUEL &amp; CONTROL</u> : (73) Note : Pour tout remplacement de la Main Fuel Pump ou application du GE/SB73-058, tenir compte des recommandations de GE/REP TIP/397. Inspection des Fuel Pump Locking Inserts. Selon AMM / B767 / TASK 73-11-01-206-001-I100 / Paragraphe 3.							
1002	Inspection du Fuel Filter Element. Selon AMM / B767 / TASK 73-11-02-216-001-H00.							
1003	Inspection du Fuel Filter. Selon AMM / B767 / TASK 73-11-03-206-001-H00.							

P.I.C. DU MOTEUR ASSEMBLE GE / CF6-80C1B2F

Ref. W / O :

Item	Désignation des Travaux et Références	Résultat	Exécutants	Contrôle	T.A.	T.R.	AT	Observation
1004	<u>FUEL &amp; CONTROL</u> : (73 suite) Nettoyage du Fuel Pump, Slanitet . Selon AMM / B767 / 73-11-04 / Pages 701 & 702 .							
1005	Nettoyage des Fuel Nozzles si ils sont dépassés, et inspection des zones accessibles . Selon AMM / B767 / TASK 73-11-05-107-001-H00 . et TASK 73-11-05-206-001-H00 .							
1006	Inspection des Fuel Tubes . Selon AMM / B767 / TASK 73-11-06-206-001-H00 .							
1007	Inspection de Fuel Manifold Support System . si GE / SB / 73-170 / R01 n'est pas appliqué . Selon GE / CESM / 07 .							
1008	Inspection de la Combustor Drain Valve . Selon AMM / B767 / TASK 73-11-08-206-001-H00 .							
1009	Inspection et controle électrique du Control Alternator . Selon AMM / B767 / TASK 73-21-08-216-001-H00 . et TASK 73-21-08-766-006-H00 . Application de l' SB 77-031 concernant le Control Alternator							
1010	Inspection et controle de tension des cables ECU . Selon AMM / B767 / TASK 73-21-18-206-021-H00 . Note: Ne faire controle de tension que si cables sont déjà déconnectés .							
1011	Nettoyage des Electric Connectors en cas de dépose de l'ECU . Selon AMM / B767 / TASK 73-21-18-117-001-H00 .							



P.I.C. DU MOTEUR ASSEMBLÉ GE/CF6-80C2B2E

Ref. W/O :

Item	Désignation des Travaux et Références	Résultat	Exécutants	Contrôle	Ref. W/O :		
					T.A.	T.R.	ΔT
1205	AIR : (75 suite) Inspection des VSV Actuators. Selon AMM / B767 / TASK 75-31-02-206-001-H00.						
1206	Inspection et Contrôle de fuite des VDV Actuators. Selon AMM / B767 / TASK 75-32-01-206-001-H00. et TASK 75-32-01-705-001-H00.						
1207	Inspection des VBV sans dépose de panneaux acoustiques. Selon AMM / B767 / TASK 75-32-03-206-001-H00.						
1301	<u>ENGINE INDICATING</u> : (77) Inspection de l'Engine Indicating System. Selon AMM / B767 / TASK 77-00-00-206-001-H00.						
1302	Inspection du N1 Fan Shaft Speed Sensor. Selon AMM / B767 / TASK 77-12-01-216-001-H00.						
1303	Inspection du N2 Speed Sensor. Selon AMM / B767 / TASK 77-12-02-206-001-H00.						
1304	Inspection et Test de l'EGT Indicating System. Selon AMM / B767 / TASK 77-21-00-216-001-H00. et TASK 77-21-00-735-000-H00 / Paragraphes E, F(1), F(2) et F(3).						
1305	Inspection de l'Alternate / External N°1 Accelerometer. Selon AMM / B767 / TASK 77-31-01-206-007-H00.						



***CONCLUSION***

## CONCLUSION

A l'issue de notre travail nous avons l'opportunité de :

- Connaître le réacteur CF6-80-C2FADEC avec ses différents composants.
- Connaître le fonctionnement du CF6-80-C2FADEC

Nous pouvons conclure que le circuit carburant du réacteur CF6-80-C2 FADEC permet :

- L'alimentation et la régulation du débit carburant des (30) trente injecteurs.
- L'alimentation des circuits hydrauliques de commande du régulateur principal carburant
- Le refroidissement des huiles de graissages moteur et alternateur.

Le CF6-80-C2 FADEC étant géré par un microprocesseur électronique digital, ce dernier permet les fonctions suivantes au niveau du circuit carburant :

- a- Optimise la poussée
- b- Permet le fonctionnement du dispositif anti-pompage en agissant sur les vérins de vannes de décharge et des stators a calage variable.
- c- Permet le fonctionnement des vannes de refroidissement des carters turbines haute et basse pression.

Cette expérience dans les installations techniques de la compagnie nationale AIR-ALGERIE nous a permis de découvrir la maintenance aéronautique et le monde de l'aviation.



***GLOSSAIRE***

## ANGLAIS

### A)

Accessory Gear Box  
APU : Auxiliary Power Unit  
AFT fan case  
ACC : Active Clearance Control  
A 286

### B)

VCV : Bore Cooling Valve  
BEARING

### C)

CCCV : Core compartment Cooling Valve  
Chek valve  
Compressor Stator Case  
Compressor rear Fram  
Combustor  
Core module

### D)

DISCH : Discharge  
Diffuser

### E)

EEC : Electronic Engine Control  
EGT : Exhaust Gas Temperature  
EICAS : Engine Indicating and Crew Alerting System

### F)

FADEC : Full Authority Digital Electronic Control  
Fan Stator Case  
FAULT :  
FORWARD  
FEET  
Fuel Clock  
Fuel / Oil Heat Exchanger  
Full  
Fuel Nozzle

## FRANCAIS

Boîte d'entraînement d'accessoires  
Groupe auxiliaire de puissance  
Carter arrière du fan  
Contrôle active du jeu

Vanne de refroidissement  
Palier, roulement

Vanne de refroidissement du moteur et des accessoires  
Clapet anti-retour  
Carter du stator compresseur  
Cadre arrière du compresseur  
Chambre de combustion  
Module générateur de gaz

Décharge  
Diffuseur

Unité électronique de contrôle moteur  
Température des gaz d'échappement  
Système d'indication des paramètres moteur et d'indication

Système de régulation électronique numérique à plein autorité du moteur  
Carter du stator fan  
Faute ou panne  
Avant  
Pied = 30,48 cm  
Colmatage filtre carburant  
Echangeur principal huile/carburant  
Plein  
Injecteur de carburant



<b>H)</b> HEAT HMU = hydromecanical Unit	Chaleur Régulateur principal carburant
<b>I)</b> IDG = Intergrated Drive generator IGNITION IGNITOR Plug INCH Inconnel 718	Alternateur Allumage Allumeur Pouce = 2,54cm
<b>L)</b> LUBE FILTER Lube and scavenge pump	Filtre principal d'huile Pompe d'alimentation et de récupération
<b>M)</b> MAXIMUM CONTINIUS THRUST	Poussée maximum continue
<b>N)</b> $N_1$ $N_2$	Vitesse de rotation de l'attelage basse pression Vitesse de rotation de l'attelage haute pression.
<b>O)</b> OGV = Outlet Guide Vane	Aubage redresseur
<b>P)</b> PRESSURE PUMP PRIMARY ENGINE DISPLAY PSI = Pound Square Inch POUND	Pompe de pression Affichage paramètres primaires moteur Livres (pouce) <sup>2</sup> Livre = 453.6 grammes
<b>Q)</b> Quart	Quart = $\frac{1}{4}$ de gallon = 0,945 Litre
<b>R)</b> REV RENE 77 RENE 80	Reverse
<b>S)</b> SCAVENGE PUMP	Pompe de récupération

SECONDARY ENGINE DISPLAY

Affichage paramètres secondaires  
moteur

SERVO FUEL HEATER

Echangeur huile / servo carburant

SUMP

Puiard

SWITCH

Interrupteur

T)

TANK

Réservoir

TAT= Total Air Temperature

Température totale de l'air

TRANSFERT GEAR BOX

Boite de transmission (transfert)

V)

VBV = Variable Bleed Valve

Vanne de décharge

VSV = Variable Stator Valve

Stator à calage variable

X)

X40



***BIBLIOGRAPHIE***



# BIBLIOGRAPHIE



**GENERAL ELECTRIC :**

**BASIC ENGINE AND FADEC SYSTEMS CF6-80C2**

**BOEING TRAINING MANUAL**

**THESE : ETUDE DU SYSTEME DE REFROIDISSEMENT DU  
REACTEUR GENERAL ELECTRIC CF6-80-C2 FADEC**

**DICTIONNAIRE TECHNIQUE DE L'AERONAUTIQUE  
(ENGLISH – FRENCH)**

**SITS INTERNET :**

[WWW.GE.COM](http://WWW.GE.COM)

[WWW.BOEING.COM](http://WWW.BOEING.COM)

[WWW.ARIANE6.COM](http://WWW.ARIANE6.COM)