

RESUME DU TRAVAIL

L'objectif de mon travail est d'élaborer une étude descriptive du hydromécanique du moteur CFM56-7B.

Grâce a une étude descriptive général du moteur, j'ai pu comprendre et voir clairement sa différents composants.

Cependant, le but est aussi de comprendre d'une part le principe de fonctionnement du système hydromécanique de ce moteur et de l'autre part sa méthodologie de maintenance

THE WORK RESUME

The objective of my work is to study the hydromecanic system of the engine CFM56-7B,

After the descriptive study of engine which allows me to sec clearly the different composite of this engine, however the reason is to show the main function for hydromecanic system, also the methodology of maintenance for this engine so.

SOMMAIRE

✓ INTRODUCTION

HISTORIQUE DU CFM INTERNATIONAL

- 1- Historique
- 2- Naissance
- 3- Historique et chronologie de développement du moteur CFM56-7B

CHAPITRE I DESCRIPTION GENERALE DU MOTEUR CFM56-7B

I-1- Introduction au CFM56-7B.....	1
I-1-1- L'application du moteur CFM56-7B.....	1
I-1-2- Les principales caractéristiques de CFM56-7B.....	1
I-1-3 généralités sur le moteur CFM56-7B	3
I-1-4- Conception du moteur.....	3
I-1-5- Définition du moteur « ON CONDITION ».....	4
I-1-6- Les roulements et les sumps.....	5
I-2- Les différents modules du moteur.....	6
I-2-1- LE FAN MAJOR MODULE.....	7
I-2-1-1- Le module FAN and BOOSTER.....	9
I-2-1-2- Module support roulement No1 et roulement No2.....	11
I-2-1-3- Module FAN FRAME.....	11
I-2-1-4- Le module INLET GEARBOX (IGB) et roulement No 3.....	12
I-2-2- LE CORE ENGINE MAJOR MODULE.....	14
I-2-2-1- Module compresseur HP	15
I-2-2-2- La section de combustion.....	16
I-2-2-3- Module turbine HP.....	17
I-2-3- LOW PRESSURE TURBINE MAJOR MODULE.....	17
I-2-4- THE ACCESSORY DRIVE SYSTEME.....	18
A- INLET GEARBOX.....	19
B- L'arbre d'entraînement radial (RDS).....	19
C- TRANSFER GEARBOX (TGB).....	20
D- L'arbre d'entraînement horizontal (HDS).....	21
E- ACCESSORY GEARBOX.....	21

CHAPITRE II

DISCRIPTION DU SYSTEME FADEC

II-1- Introduction au système FADEC.....	23
II-2- Les composants de FADEC.....	24
II-3- Interface de FADEC.....	24

II-4- Design de FADEC.....	25
II-5- Opération de commande en boucle fermée.....	26
II-6- Unité électronique de contrôle MOTEUR – EEC.....	27
II-6-1- Connexions électriques de EEC.....	28
II-6-2- Prise d'identification moteur.....	29
II-6-3- Circuit de codage - Fuse links.....	30
II-6-4- Circuit de codage - Push-pull links.....	30
II-6-5- Alimentation – EEC.....	31
II-7- Sondes du moteur.....	32
II-7-1- Sondes de vitesse.....	33
II-7-2- Sondes de température.....	35
II-7-3- Thermocouples.....	37
II-7-4- Pressions.....	40
II-7-5- Sondes de vibration.....	42
II-8- Le câblage moteur.....	45
II-9- La gestion de puissance et commande carburant	45
II-9-1- Manette de puissance « Throttle Lever ».....	46
II-9-2- Conditions ambiantes.....	47
II-9-3- Soutirage, prélèvements « Bleeds ».....	48
II-9-4 Estimation moteur (ID plug)	48

CHAPITRE III

CIRCUIT CARBURANT

III-1- Circuit carburant.....	50
III-2- Les composants de circuit carburant.....	52
III-2-1- Pompe carburant.....	52
III-2-2- IDG OIL COOLER.....	54
III-2-3- Echangeur de chaleur- HUILE/CARBURANT.....	56
III-2-4- Unité hydromécanique.....	58
III-2-5- Débitmètre carburant.....	60
III-2-6- Filtre injecteurs.....	63
III-2-7- Injecteurs.....	63

CHAPITRE IV

ETUDE ET MAINTENANCE DE L'HMU

IV- L'UNITE HYDROMECHANIQUE - HMU.....	67
IV -1- DESCRIPTION GENERALE.....	67
IV-2- LES DIFFERENTES PRESSION DU HMU.....	68
IV-3- SERVO REGULATEUR DE PRESSION	69
IV-3-1- Le Servo régulateur de pression Pc.....	69
IV-3-2- Servo régulateur de pression Pcr.....	70
IV-4- ÉLECTROHYDRAULIQUES SERVO VALVES.....	71
IV-4-1- Régulateurs Variable Stator Vane (VSV) et Variable Bleed Valve (VBV)	74
IV-4-2- Régulateur de débit carburant (FMV)	74

IV-4-3- Régulateurs du système de contrôle du jeu actif.....	75
IV-5- HMU - SECTION FMV.....	76
IV-6- SYSTEME DE DOSAGE CARBURANT HMU.....	77
IV-6-1- DOSSEUR CARBURANT « FUEL METERING VALVE »	78
IV-6-2- BAYPASS VALVE ET LE HEAD SENSOR.....	79
IV-6-3- Régulateur de survitesse (OSG).....	80

On a dark desert highway, cool wind in my hair
 Warm smell of colitas rising up through the air
 Up ahead in the distance, I saw a shimmering light
 My head grew heavy, and my sight grew dimmer
 I had to stop for the night
 There she stood in the doorway;
 I heard the mission bell
 And I was thinking to myself,
 'This could be Heaven or this could be Hell'
 Then she lit up a candle and she showed me the way
 There were voices down the corridor, I thought I heard them say...

Welcome to the Hotel California
 Such a lovely place (such a lovely place)
 Plenty of room at the Hotel California
 Any time of year, you can find it here

Her mind is Tiffany-twisted, She got the Mercedes Benz
 She's got a lot of pretty, pretty boys, that she calls friends
 How they dance in the courtyard, sweet summer sweat.
 Some dance to remember, some dance to forget
 So I called up the Captain, 'Please bring me my wine'
 He said, 'We haven't had that spirit here since 1969'
 And still those voices are calling from far away
 Wake you up in the middle of the night
 Just to hear them say...

Welcome to the Hotel California
 Such a lovely Place (such a lovely face)
 They livin' it up at the Hotel California
 What a nice surprise, bring your alibis

Mirrors on the ceiling, the pink champagne on ice
 And she said 'We are all just prisoners here, of our own device'
 And in the master's chambers, they gathered for the feast
 They stab it with their steely knives, but they just can't kill the beast
 Last thing I remember, I was running for the door
 I had to find the passage back to the place I was before
 'Relax' said the nightman, We are programed to receive.
 You can check out any time you like, but you can never leave

N'hésitez pas à vous [inscrire](#) pour corriger les paroles ou effectuer une autre opération ;-)
 HÔTEL CALIFORNIE }

Sur une sombre autoroute déserte, un vent frais dans mes cheveux,
Au loin, j'ai vu une lumière scintiller
Ma tête devenait lourde, et ma vision devenait floue
Je devais m'arrêter pour la nuit
Là elle attendait sur le pas de la porte
J'ai entendu la cloche de la mission
Et j'ai pensé,
"Ça pourrait être le paradis ou bien l'enfer"
Puis elle a allumé une bougie et elle m'a montré le chemin
Il y avait des voix en bas du couloir
Je crois que je les aient entendues dire...

Bienvenue à l'Hotel California
Quel bel endroit,
Quel joli cadre
Plein de chambres à l'Hotel California
A n'importe quel moment de l'année vous pouvez en trouver ici

Son nom est Tiffany-twisted, elle a une mercedez Benz
Elle a beaucoup de beaux garçon qu'elle appelle mes amis
Ils dancent dans la cour doux été transpirant
Quelques dances pour se souvenir, quelques dance pour oublier

Alors j'ai appelais le Capitaine "S'il vous plaît apportez moi mon vin"
IL dît "nous n'avons pas eu cette crue ici depuis 1969".
Et toujours ces voix qui appellent de loin,
Vous réveillent au milieu de la nuit
Juste pour les entendre dire

Bienvenue à l'Hotel California
Quel bel endroit,
Quel joli cadre
Ils ont la belle vie à l'Hotel California
Quelle bonne surprise, apportez votre alibis

Des miroirs au plafond
Du champagnes rose dans la glace

Elle a dit "Nous sommes tous prisonniers de nos propre décisions"
Et dans la chambre du maitre il se sont rassemblé pour le festin
Ils l'on poignardé avec leur couteaux affutés
Mais il ne peuvent pas tuer la bête

La dernière chose dont je me souviens,
J'étais en train de courir vers la porte
Je devais trouver le chemin du retour
De l'endroit d'où je venais
"Relaxe" a dît le veilleur
Nous sommes programmé pour recevoir,
Vous pouvez vérifier à n'importe quel moment,

Mais vous ne pourrez jamais partir"

{Traduction réalisée par Ibanez64 (tinou_larena@hotmail.com)}

N'hésitez pas à vous [inscrire](#) pour corriger la traduction ou effectuer une autre opération ;-)
**nchalah ceux a qi je pense je les vrai sombrer dans les tenebres et bruleront a
jamais en enfer**

SOMMAIRE

CHAPITRE I DESCRIPTION GENERALE DU MOTEUR CFM56-7B

<u>LES FIGURES</u>	<u>PAGES</u>
<u>Figure I-1</u> Application du CFM567B	1
<u>Figure I-2</u> La vue interne du moteur.....	2
<u>Figure I-3</u> Les capots et les attaches moteur	3
<u>Figure I-4</u> L'écoulement d'air dans le moteur.....	4
<u>Figure I-5</u> La maintenance « on condition »	5
<u>Figure I-6</u> les paliers et les roulements du moteur.....	6
<u>Figure I-7</u> Les 17 modules de moteur.....	6
<u>Figure I-8</u> Conceptionmodulaire.....	7
<u>Figure I-9</u> Le but de FAN major module	8
<u>Figure I-10</u> Les différents composants du fan major module	9
<u>Figure I-11</u> Le module FAN AND BOOSTER.....	10
<u>Figure I-12</u> La conception de module FAN AND BOOSTER.....	10
<u>Figure I-13</u> Les composants et le but du module SUPPORT ROULEMENTS (NO1, NO2)	11
<u>Figure I-14</u> Le but de module FAN FRAME.....	11
<u>Figure I-15</u> Les composants du module FAN FRAME.....	12
<u>Figure I-16</u> Les composants de INLET GEARBOX.....	13
<u>Figure I-17</u> Les composants du module ROULEMENT NO3.....	13
<u>Figure I-18</u> Les composants du CORE major module.....	14
<u>Figure I-19</u> Les composants du module COMPRESSEUR HP.....	15
<u>Figure I-20</u> COMBUSTION SECTION.....	16
<u>Figure I-21</u> Les composant du module SECTION DE COMBUSTION.....	16
<u>Figure I-22</u> Le module HPT.....	17
<u>Figure I-23</u> LPT MAJOR MODULE.....	18

Figure	I-24	SYSTEME	D'ENTRAINEMENT	DES
ACCESOIRES				19
Figure	I-25	L'arbre	d'entraînement	radial (RDS)
.....				20
Figure		I-26		TRANSFER
GEARBOX				20
Figure	I-27	L'arbre	d'entraînement	horizontal (HDS)
.....				21
Figure		I-28		L'ACCESSOIRE
GEARBOX				22

CHAPITRE II DISCRIPTION DU SYSTEME FADEC

II DISCRIPTION DU SYSTEME FADEC

Figure	II-1	Le	but	de
FADEC				23
Figure	II-2	Les	composants	de
FADEC				24
Figure	II-3	Les	interfaces	de
FADEC				25
Figure	II-4		Design	de
FADEC				26
Figure	II-5 Opération de commande en boucle fermée			27
Figure	II-6	Electronique	contrôle	
moteur				27
Figure	II-7	Connexions	électriques	de
EEC				28
Figure	II-8	Prise	d'identification	
moteur				29
Figure	II-9		Circuit	de
codage				31
Figure	II-10		Alimentation	-
EEC				32
Figure	II-11	Les	différentes	stations
moteur				du
				32
Figure	II-12	Les	sondes	du
moteur				33
Figure	II-13	LE	DESIGN	DE
			LA	SONDE
				DE

VITESSE.....						34
<u>Figure</u>	II-14	La	sonde	de	vitesse	
N1.....						34
<u>Figure</u>	II-15	La	sonde	de	vitesse	
N2.....						35
<u>Figure</u>	II-16 Le dispositif de la sonde thermique.....					36
<u>Figure</u>					Sonde	
T12.....						36
<u>Figure</u>					Sonde	
TP25.....						37
<u>Figure</u>	II-19	Le	principe	de		
thermocouple.....						38
<u>Figure</u>	II-20	Sonde	de	température		
T3.....						39
<u>Figure</u>	II-21 Thermocouples des gaz d'échappement (EGT)					40
<u>Figure</u>	II-22 Sondes de pression P0 et PS3.....					41
<u>Figure</u>	II-23	Sonde	PS13	et		
P25.....						42
<u>Figure</u>	II-24	Sonde			de	
vibration.....						43
<u>Figure</u>	II-25 Accéléromètre du roulement No 1.....					43
<u>Figure</u>					Accéléromètre	
FFCCV.....						44
<u>Figure</u>	II-27	Le			câblage	
moteur.....						45
<u>Figure</u>	II-28 La gestion de puissance et commande carburant.....					46
<u>Figure</u>	II-29	Manette			de	
puissance.....						47
<u>Figure</u>					Conditions	
ambiantes.....						48
<u>Figure</u>	II-31	Estimation	moteur	(ID	plug)	
.....						49

CHAPITRE III

CIRCUIT CARBURANT

III-1 CIRCUIT CARBURANT

<u>Figure</u>	II-1	Le			système	
carburant.....						50
<u>Figure</u>	II-2	Les	composants	du	circuit	
carburant.....						51
<u>Figure</u>	II-3	Distribution			de	
carburant.....						52
<u>Figure</u>		II-4			Pompe	

carburant.....					53
Figure	II-5	L'opération	de	pompe	
carburant.....					54
Figure	II-6	IDG		OIL	
COOLER.....					55
Figure	II-7	Description	de	l'IDG	OIL
COOLER.....					55
Figure	II-8	Opération	de	l'IDG	OIL
COOLER.....					56
Figure	II-9	Echangeur	de	chaleur	-
HUILE/CARBURANT.....					57
Figure	II-10	Opération	de	l'échangeur	de
chaleur.....					58
Figure				II-11	
HMU.....					58
Figure	II-12	Le	but	de	
HMU.....					59
Figure	II-13	Design		du	
HMU.....					60
Figure	II-14			Débitmètre	
carburant.....					61
Figure	II-15	Fonctionnement		de	
débitmètre.....					62
Figure	II-16			Filtre	
injecteurs.....					63
Figure				II-17	
Injecteurs.....					64
Figure	II-18	Identification		de	
l'injecteur.....					65
Figure	II-19			Description	
d'injecteur.....					65
Figure	II-20	Le	fonctionnement	de	
l'injecteur.....					66

CHAPITRE IV

ETUDE ET MAINTENANCE DE L'HMU

Figure	IV-1	Description	du	
HMU.....				67
Figure	IV-2	Régulateur de pression Psf et Pb.....		68
Figure	IV-3	Pcb	Check	
valve.....				69
Figure	IV-4	Servo régulateur de pression Pc.....		70
Figure	IV-4	Servo régulateur de pression Pcr.....		71
Figure	IV-4	Électro-hydraulique servo valve a trois voies et quatre voies...		72

Figure	IV-5		Fluidic
Amplifier.....		73	
Figure	IV-6	Régulateurs	VSV et
VBV.....		74	
Figure	IV-7		Régulateur
FMV.....		75	
Figure IV-8	Régulateur TBV et du Contrôle jeu actif.....		76
Figure	IV-9	HMU -	Section
FMV.....		77	
Figure	IV-10	Système	FMV
.....		78	
Figure	IV-11		La
FMV.....		79	
Figure IV-11	La bypass valve et le Head sensor.....		80
Figure IV-12	Condition de départ de RÉGULATEUR DE SURVITESSE		
(N2			<
38%).....		81	

LISTE DES ABREVIATIONS

- **AGB** boite de commande des accessoires
- **A/C** avion
- **A/T** auto manette
- **BP** basse pression
- **BITE** équipement de contrôle intégré
- **CDU** boite de commande et d'affichage
- **CDS** système de visualisation commune
- **DAC** moteur à chambre de combustion double
- **EEC** unité électronique du contrôle moteur
- **EGT** température des gaz de sortie
- **EHSV** électro-hydraulique servo vanne
- **FADEC** système de régulation électronique numérique à plein autorité

- **FMV** galet doseur carburant
- **HDS** arbre d'entraînement horizontal
- **HP** haute pression
- **HPC** compresseur haute pression
- **HPT** turbine haute pression
- **HPTACC** contrôle actif de jeu turbine haute pression
- **IDG** générateur d'entraînement intégrer
- **IGV** aubes de pré rotation à calage variable
- **LPC** compresseur basse pression
- **LPT** compresseur basse pression
- **LPTACC** contrôle actif de jeu turbine basse pression
- **LVDT** transformateur différentiel variable linéaire
- **N1** vitesse de rotation de l'attelage basse pression
- **N2** vitesse de rotation de l'attelage haute pression
- **RDS** arbre d'entraînement radial
- **TAT** température de l'air total
- **TBV** Vane de décharge transitoire
- **TGB** boîtier de renvoi d'angle
- **TLA** manette de commande d'angle de poussée
- **VBV** vanne de décharge
- **VSV** stator à calage variable
- **FMV** vanne de dosage carburant
- **HPTCCV** valve de contrôle actif du jeu turbine haute pression
- **IGB** boîtier du dispositif d'admission

INTRODUCTION

A fin d'assurer le bon fonctionnement du moteur et d'éviter l'arrêt brutal de ce dernier en vol, des dispositifs hydromécaniques sont mis au point par les constructeurs pour éviter les difficultés d'adaptation turbine-compresseur et contribuent à la disparition du phénomène de pompage. Mon étude a été réalisée en quatre chapitres en commençant le travail par l'historique et chronologie de développement du moteur CFM56-7B.

CHAPITRE I

Dans ce chapitre j'ai fais une description du moteur, de ses modules et composants.

CHAPITRE II

J'ai traité le système de régulation numérique à pleine autorité FADEC

CHAPITRE III

J'ai éclaircie le fonctionnement de circuit carburant et ses composants

CHAPITRE IV

-j'ai fait une description du système hydromécanique et j'ai éclaircie le fonctionnement de ces composants avec les différentes pressions
-J'ai fais une description de test du HMU ainsi que sa maintenance

Ø Et enfin j'ai terminé mon travail par une conclusion.

Historique

-1- HISTORIQUE :

Le marché des moteurs d'avion, tout comme celui de la construction aéronautique et fortement oligopolistique. Seuls quelques groupes de taille mondiale occupent ce marché qui nécessite des investissements importants. La structure du marché donc logiquement l'accord qui lie la société SNECMA à la firme américaine GENERAL ELECTRIC leur filiale commune, occupe depuis 1975 une place prépondérante dans la fourniture de moteurs civils.

CFM International CFM56 : est le nom d'une série de turboréacteurs à fort taux de dilution fabriqués par CFM International et d'une puissance de 82 kN à 151 kN. C'est aujourd'hui la gamme de moteurs à réaction la plus vendue au monde avec plus de 15000 exemplaires en service équipant plus 6000 avions.

Le modèle baptisé CFM56 équipe ainsi les Boeing, notamment la gamme des Boeing 737, Boeing C-135 ainsi que la famille des AIRBUS A318/319/320/321, Airbus A340 et McDonnell Douglas DC-8, , ,

-2- Naissance :

Le CFM56 est issu du réacteur General Electric F101 destiné au bombardier stratégique Rockwell B-1 lancer.

CFM n'est pas un acronyme de mots technique. La société CFM international est sa gamme de produits CFM56, ont obtenu leurs noms par une combinaison des deux désignations commerciales de moteur les plus importants que fabriquaient les deux sociétés parentales au moment du lancement du projet : **CF6** (compressor-fan) de **GE** (générale électrique) et **M5** (M-Motor) de **SNECMA** (société nationale d'étude et de construction de moteur d'avion).

Au sein de CFM International, GE Aircraft Engines est chargé de la partie haute pression du moteur, aussi appelé CORE (compresseur haute pression, chambre de combustion et turbine haute pression) et Snecma de la partie basse pression (la soufflante ou fan, compresseur basse pression et turbine basse pression) ainsi que des accessoires et de la tuyère d'éjection.

Un avion équipé de CFM56 décolle toutes les quatre (04) secondes dans le mode moteur préféré des compagnies aériennes, le CFM56 propulse près de la moitié des avions de plus de cent places livrés depuis quinze ans, et confirme en 1999 sa place N°1.

Vendu à près de 15000 exemplaires, le CFM56 est le moteur de choix pour les applications court et moyen-courriers de Boeing et Airbus. C'est le seul moteur de sa catégorie à équiper tout les avions de grandes familles mono couloir des deux aviateurs, le CFM56 propulse en exclusivité toute la famille Boeing 737. Chez

Historique

airbus, il équipe non seulement la totalité de la famille A320 mais aussi le quadrimoteur long courrier A340.

Avec 50 % de la part de marché les cinq(05) dernière années,la famille CFM56 confirme en 1999 sa place N°1 mondial pour les avions plus de 100 places.

Le CFM56-7B a trouvait une nouvelle application sur le Boeing B737 Wedgetail, avion de surveillance électrique commandé par l'armée de l'air Australienne.

Dans le domaine de l'environnement, la nouvelle technologie de chambre de combustion de construction à double tête DAC (DUAL ANNULAR COMBUSTOR), qui permet une réduction importante des émissions polluantes d'oxyde d'azote, a été adopté par landa air pour ses B737 NG. Elle est proposée en optant sur les CFM56-5B et 7B et équipe déjà entre autre des avions de Swissair, Austrian Airlines et SAS.

Pour préparer l'avenir et satisfaire les futurs besoins du marché, les deux partenaires se sont engagés dans un important programme de développement technologique : TECH56. Par ailleurs, SNECMA et GENERAL ELECTRIQUE de conserver leur position de numéro 1, mondial sur le marché des moteurs de 20000 à 35000 Lbs poussée.

-3- HISTORIQUE ET CHRONOLOGIE DE DEVLOPPMENT DU MOTEUR CFM56-7B :

Lancement du programme avion	Janvier 1994
Premier essai moteur	Avril 1995
Premier vol moteur sur Boeing 737.FTB.....	Janvier 1996
Certification de CFM56-7B.....	Décembre 1996
Certification du Boeing 737-700.....	Septembre 1997
Entrée en service sur Boeing 737-800.....	Avril 1997
Entrée en service sur Boeing 737-600.....	Août 1998
Entrée en service sur Boeing 737-900.....	Décembre 2000

CHAPTER 9



DESCRIPTION GENERALE DU MOTEUR CFM56-7B

INTRODUCTION

A fin d'assurer le bon fonctionnement du moteur et d'éviter l'arrêt brutal de ce dernier en vol, des dispositifs hydromécaniques sont mis au point par les constructeurs pour éviter les difficultés d'adaptation turbine-compresseur et contribuent à la disparition du phénomène de pompage.

Mon étude a été réalisée en quatre chapitres en commençant le travail par l'historique et chronologie de développement du moteur CFM56-7B. Et j'ai terminé mon travail par une conclusion.

L'HISTORIQUE ET CHRONOLOGIE DE DEVELOPPEMENT DU MOTEUR CFM56-7B :

CFM INTERNATIONAL CFM56 : Est le nom d'une série de turboréacteurs à fort taux de dilution fabriqués par CFM International et d'une puissance de 82 kN à 151 kN.

C'est aujourd'hui la gamme de moteurs à réaction la plus vendue au monde avec plus de 15000 exemplaires en service équipant plus 6000 avions.

CFM n'est pas un acronyme de mots technique. La société CFM international est sa gamme de produits CFM56, ont obtenu leurs noms par une combinaison des deux désignations commerciales de moteur les plus importants que fabriquaient les deux sociétés parentales au moment du lancement du projet : CF6 (compressor-fan) de GE (générale électrique) et M5 (M-Motor) de SNECMA (société nationale d'étude et de construction de moteur d'avion).

CHAPITRE I

DESCRIPTION GENERALE DU MOTEUR CFM56-7B

INTRODUCTION SUR LE CFM56-7B :

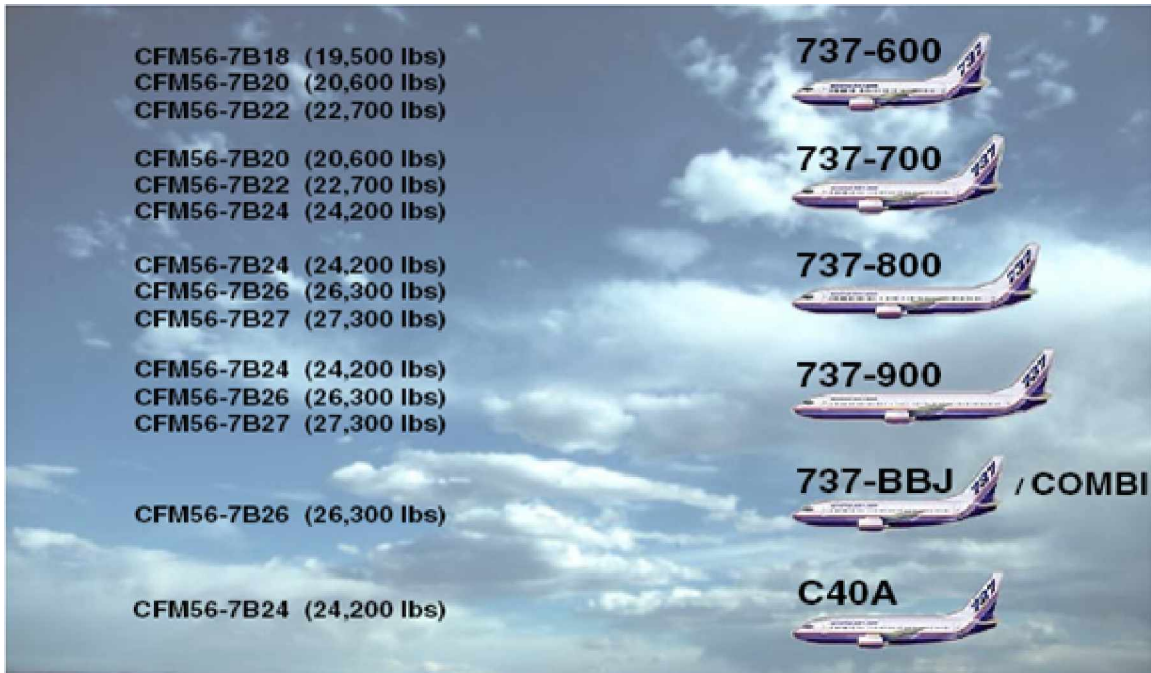
Définition :

Le CFM56-7B est un turbo fan double corps à écoulement axial avec Un taux de dilution élevé, et d'une conception Entièrement modulaire pour permettre une Facilité dans les opérations de maintenances.

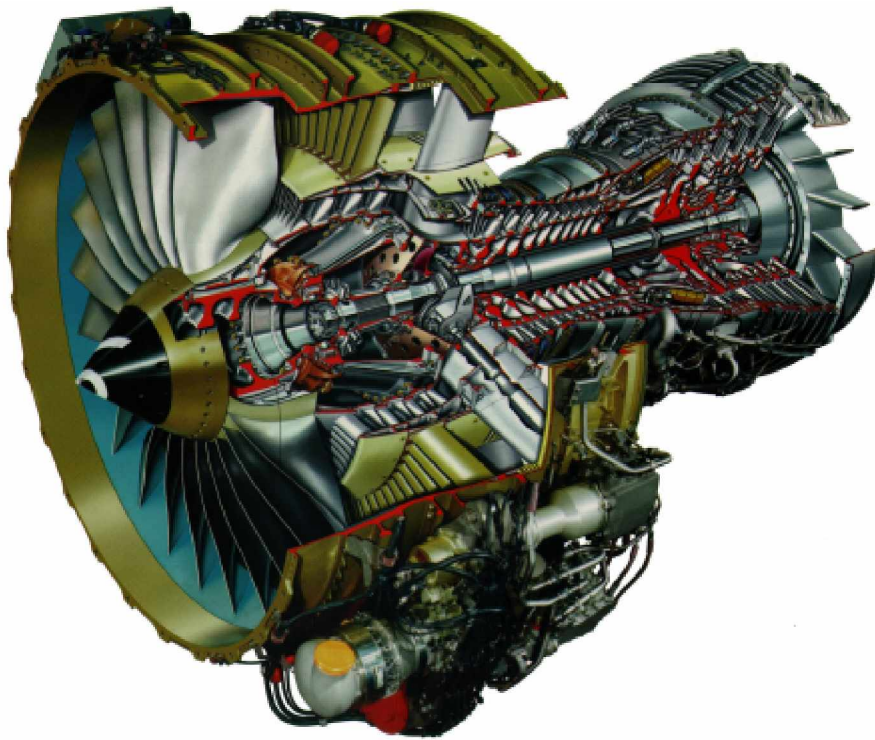
Il est certifié en 1996 Sur le boeing 737-800 NG il occupe près De 59% des ventes sur le marcher .Son rôle est de délivrer une poussée à l'avion et d'assurer la puissance aux systèmes suivant : Electrique environ 90KVA Hydraulique et Pneumatique.

La figure suivante montre les différents modèles de moteurs équipant les avions Boeing B737-600/-700/-800/-900/-BBJ/COMBI/C40A.

Le moteur utilisé sur ces types d'avions est le CFM56-7B, dont la poussée s'étend de 19500 à 27300 livres de poussée.



L'application du CFM56-7B



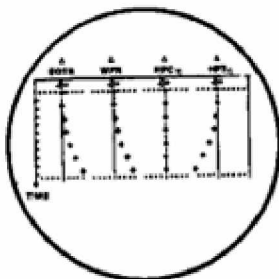
Vue interne du **CFM56-7B**

Définition du moteur « On condition » :

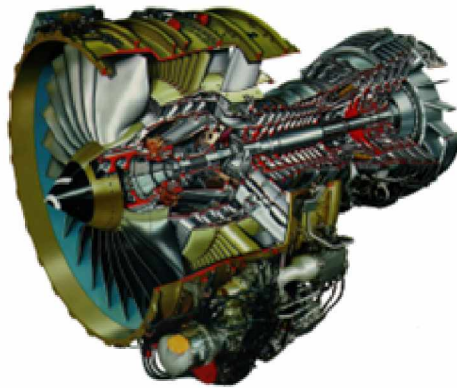
Le moteur CFM56-7B emploie un concept d'entretien appelé « on condition maintenance ». Ceci signifie que le moteur n'est pas soumis à des visites de révision programmées, c.a.d que le moteur reste avionné, sauf sous certaines conditions ou quand les limites de vie de certaine pièces sont atteintes.

Pour cette raison, l'état de santé du moteur est suivi par différents outils, qui sont :

- Monitoring / Surveillance des paramètres moteur
- Boroscope inspection / Endoscopie
- Analyse de particules de lubrification
- Système de surveillance de vibration de moteur



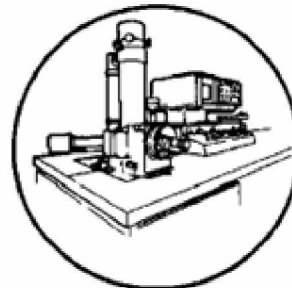
TREND MONITORING



VIBRATION MONITORING



BORESCOPE INSPECTION

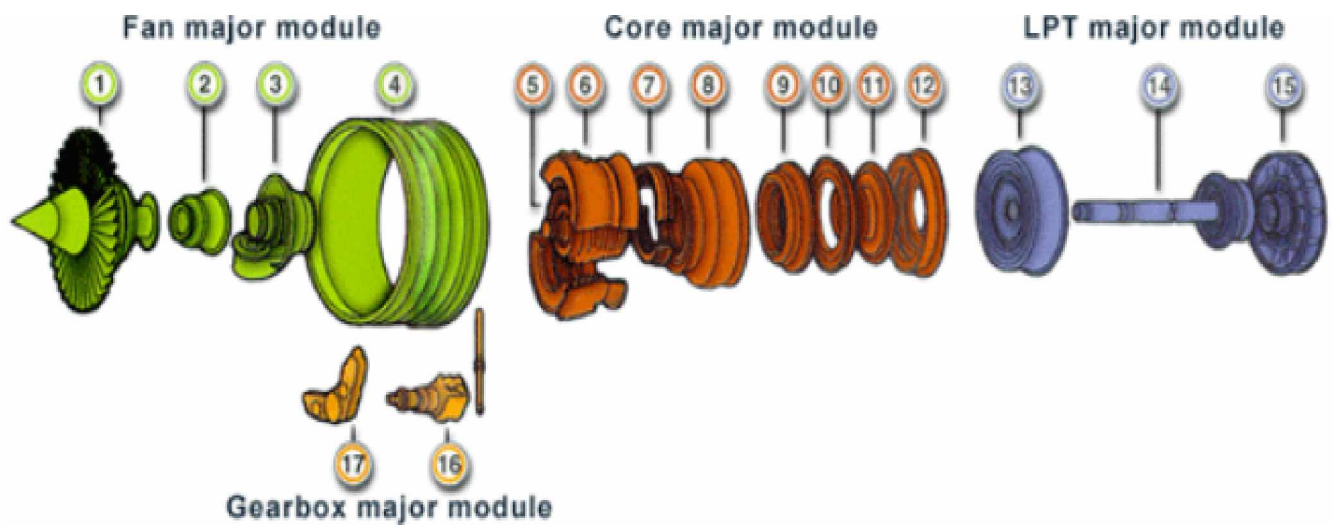


LUBE PARTICLE ANALYSIS

La maintenance « on condition »

LES DIFFERENTS MODULES DU MOTEUR :

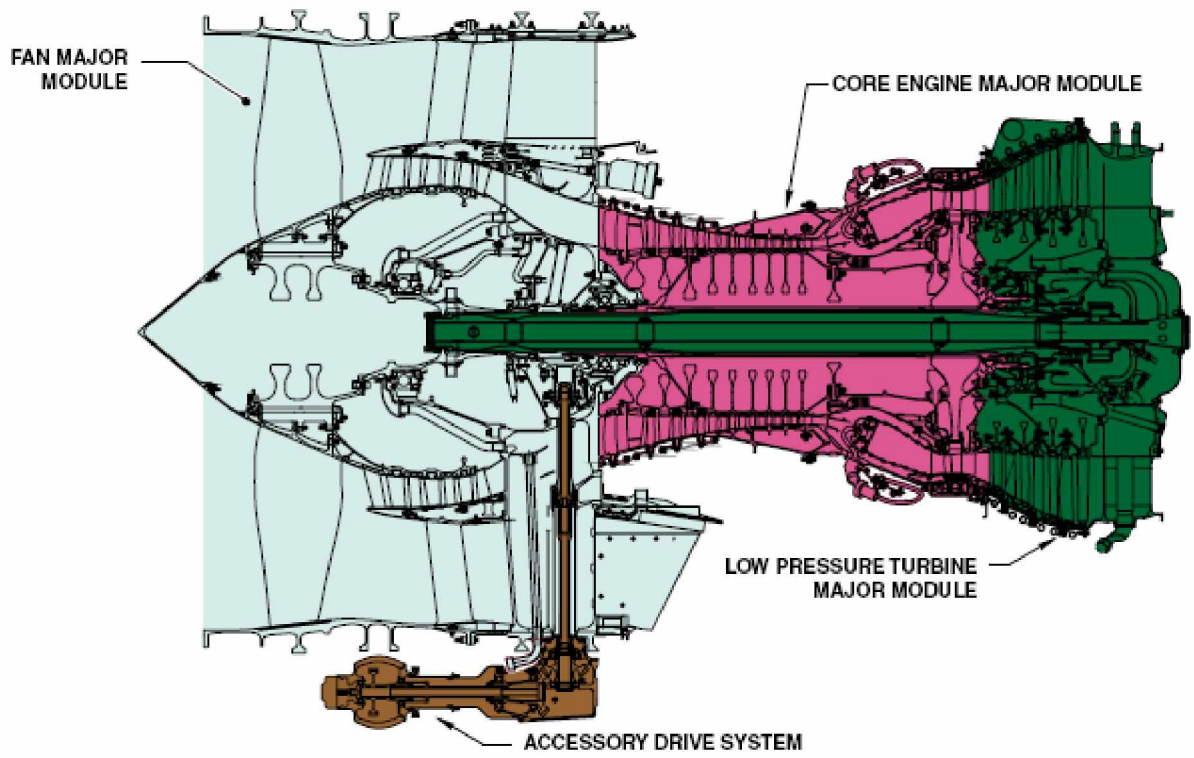
Le CFM56-7B est un moteur d'une conception entièrement modulaire. Il est constitué de 17 modules qui forment trois modules principaux, ainsi qu'un système d'entraînement des accessoires.



les 17 modules de moteur

Les 3 modules principaux sont :

- Fan major module.
 - Core engine major module
 - Low pressure turbine major module
- Le système d'entraînements accessoires, (Accessory drive system) qui est également une conception modulaire.



Conception modulaire

Le fan major module :

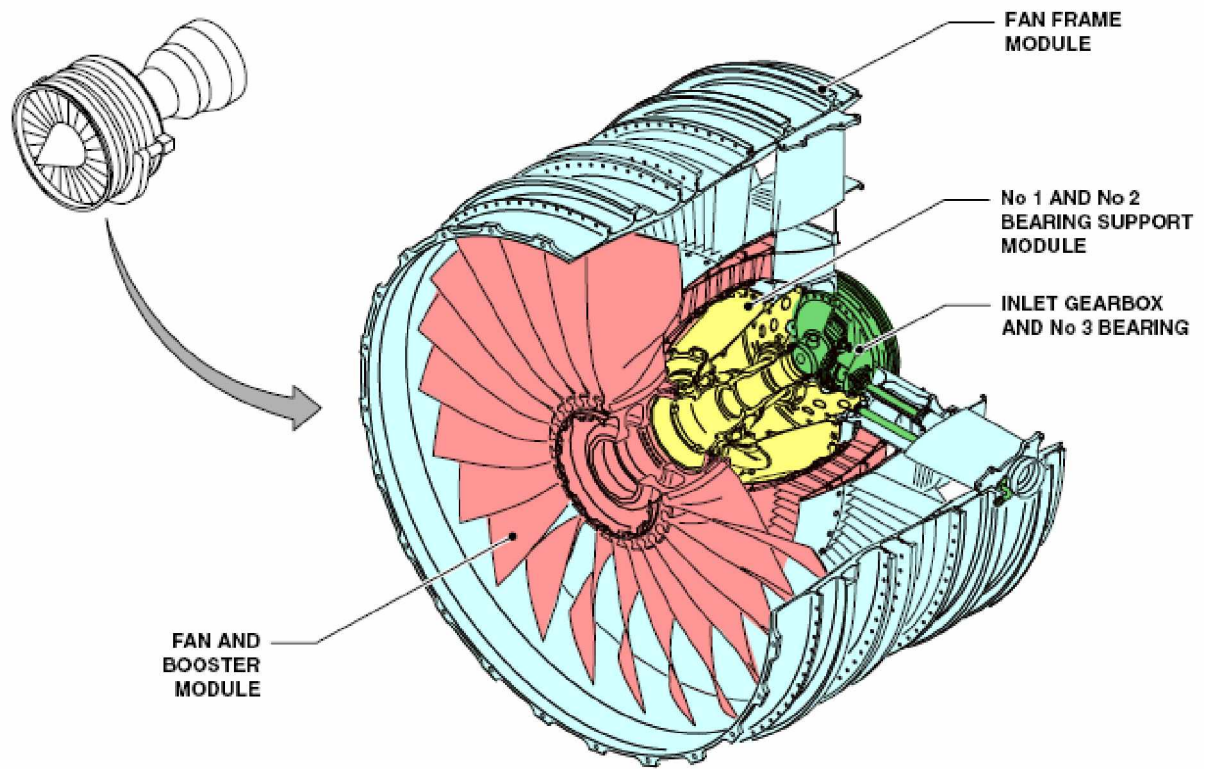
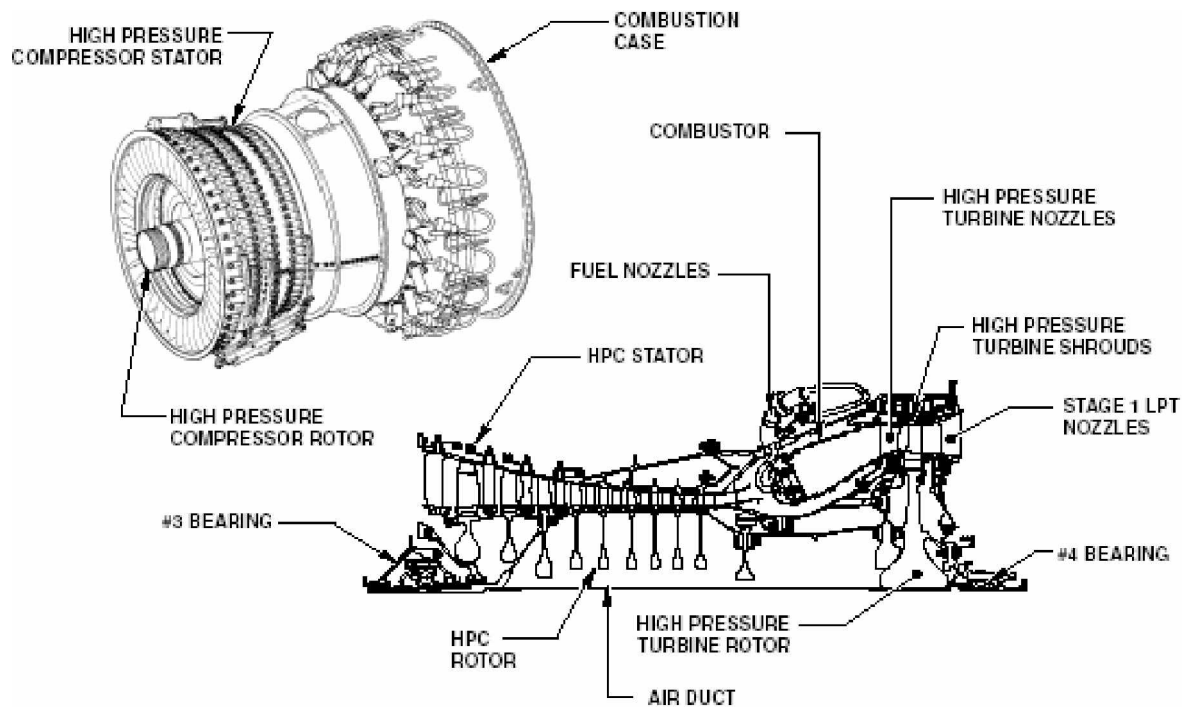


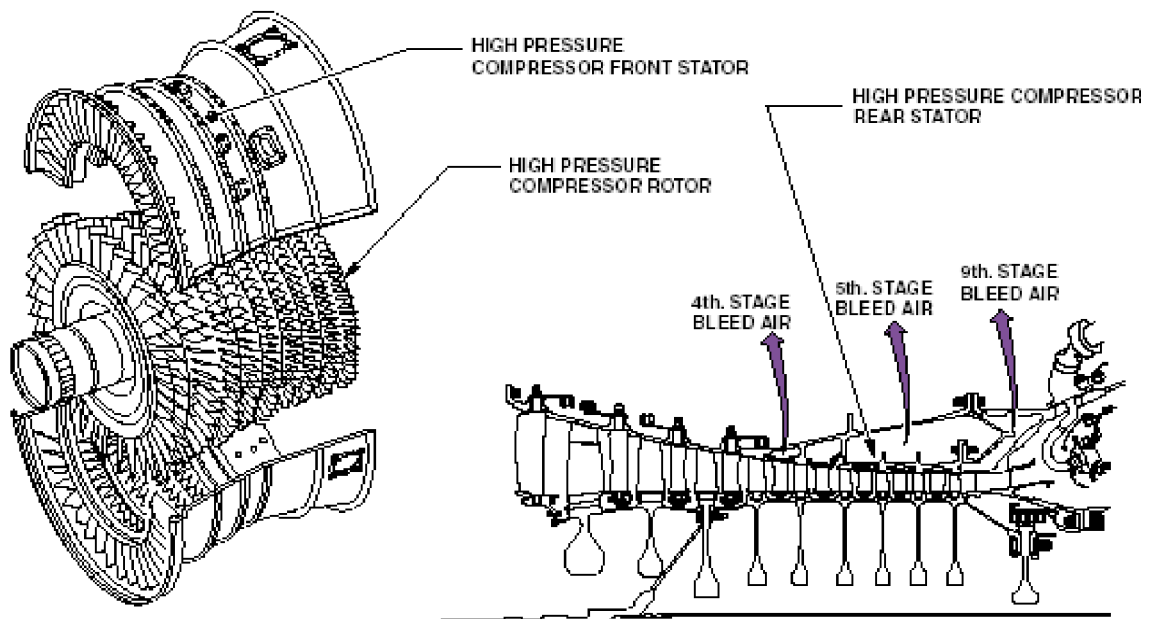
Figure (I.10) : les différents composants du fan major module

Le core engine major module:



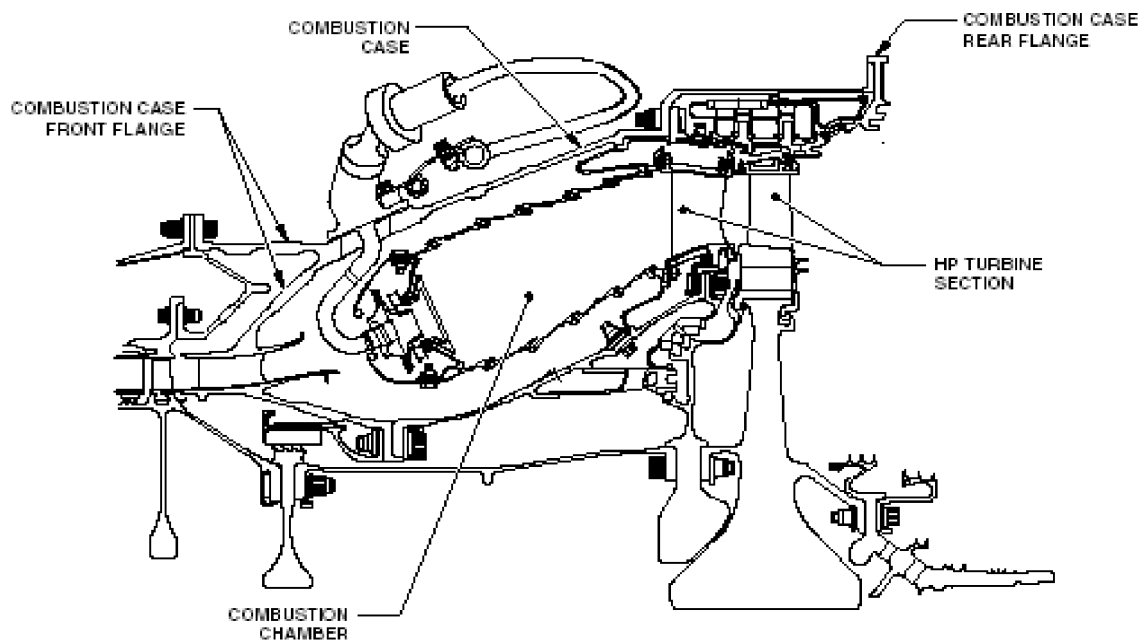
Les composants du core major module

Module compresseur haute pression :



Les composants du module compresseur HP

La section de combustion :



Les composants du module section de combustion

Module turbine haute pression:

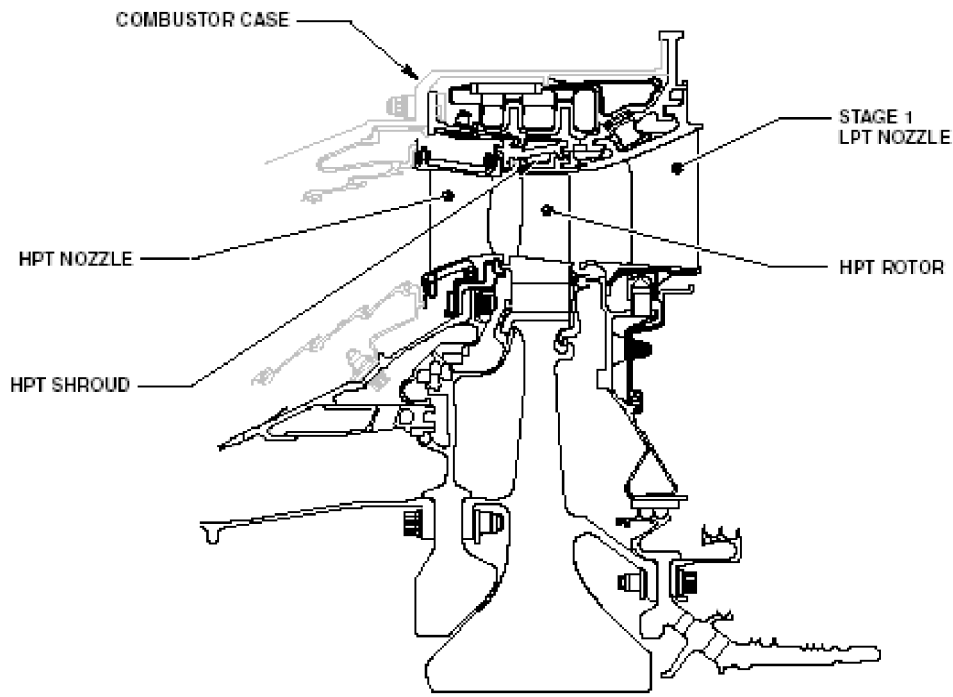
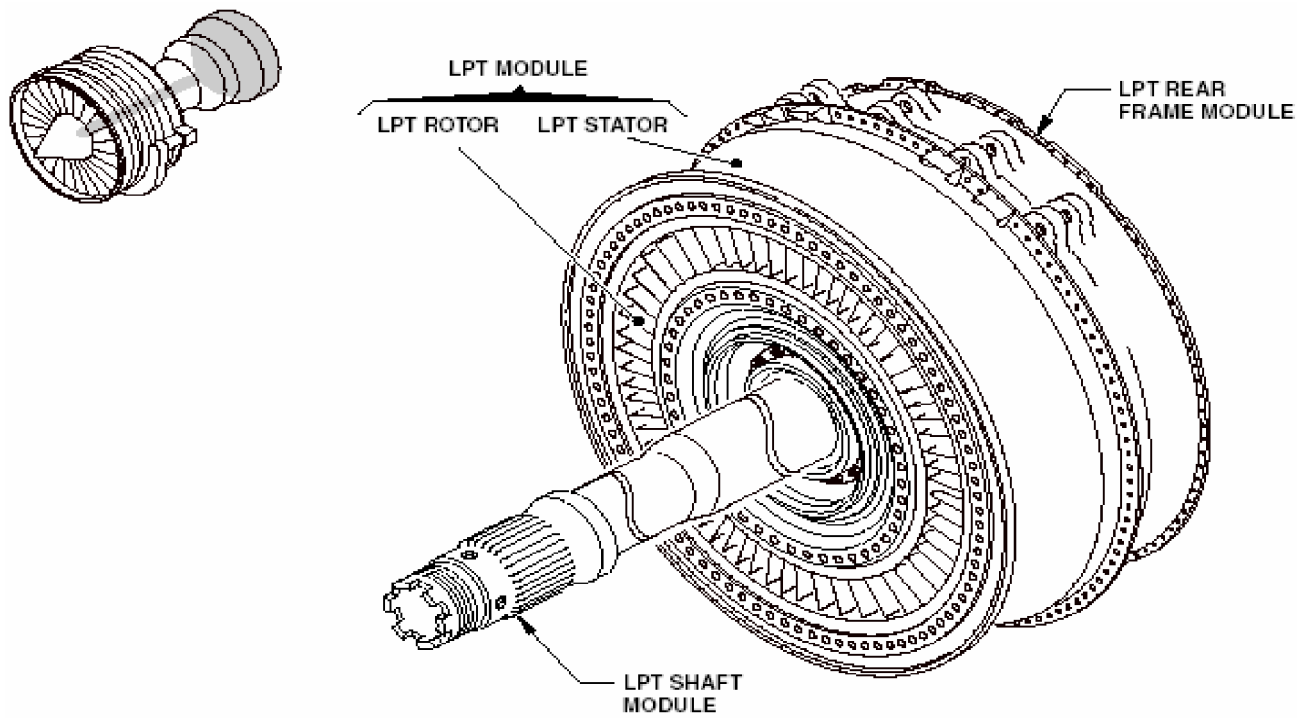


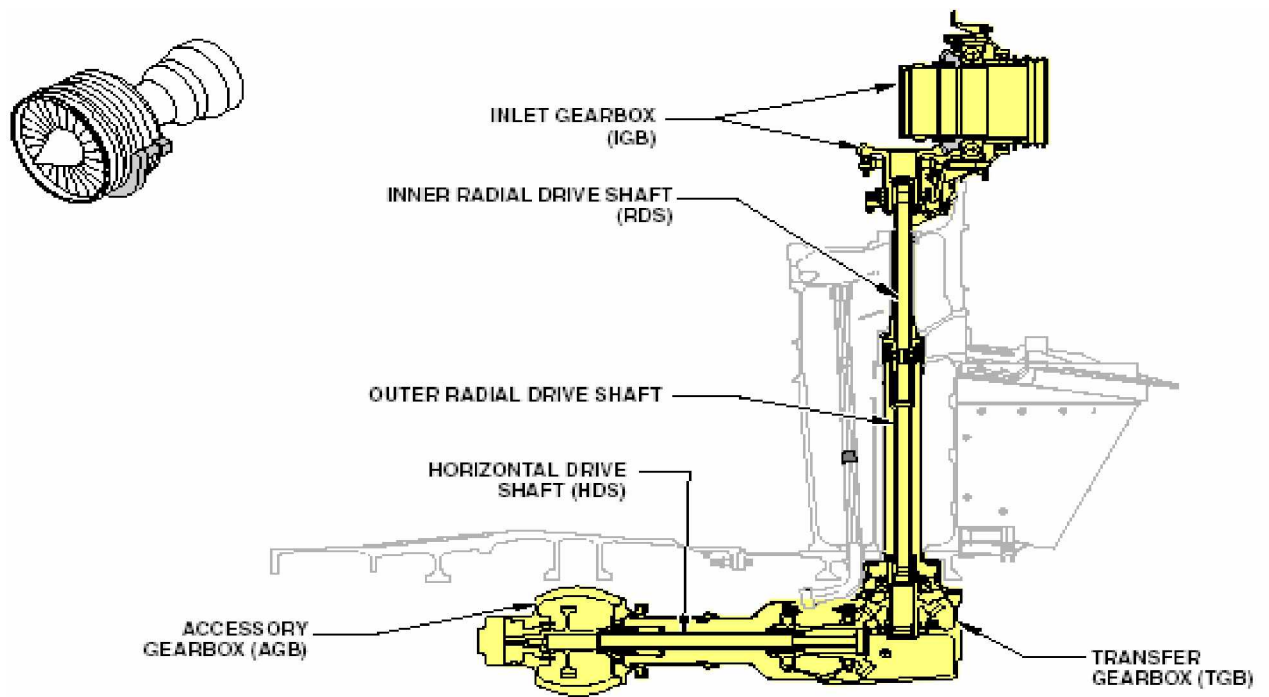
Figure (I.22) : Le module HPT

Low pressure turbine major module:



Lpt major module

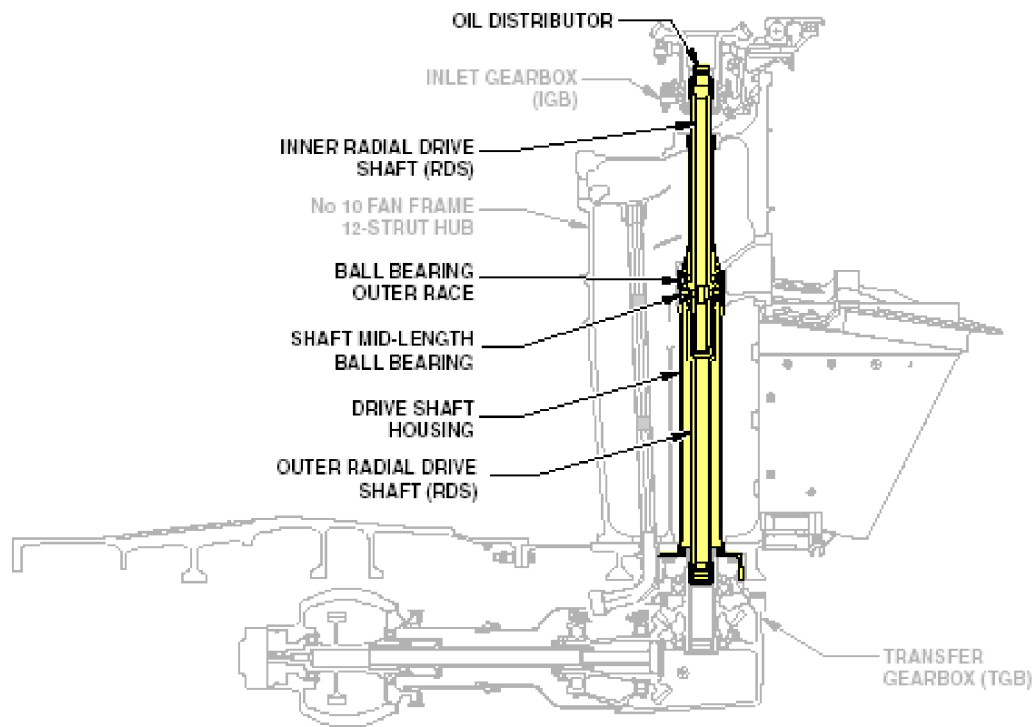
I.2.4. Accessory drive système:



Système d'entraînement des accessoires

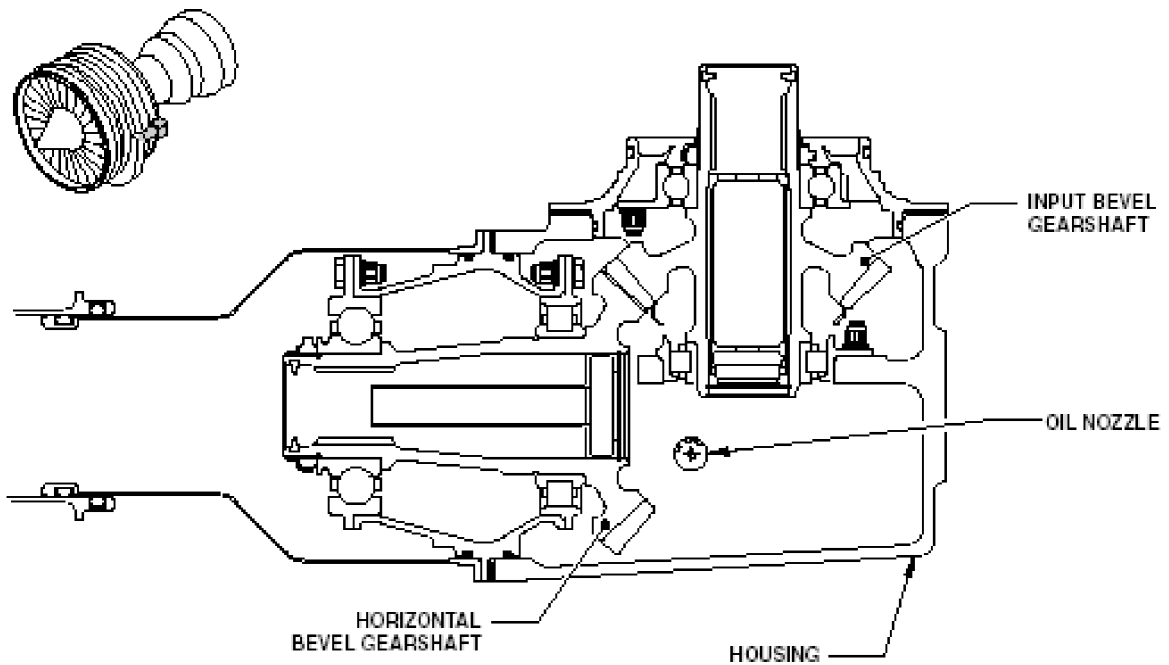
A. Inlet gearbox :

B. L'arbre d'entraînement radial (RDS) :



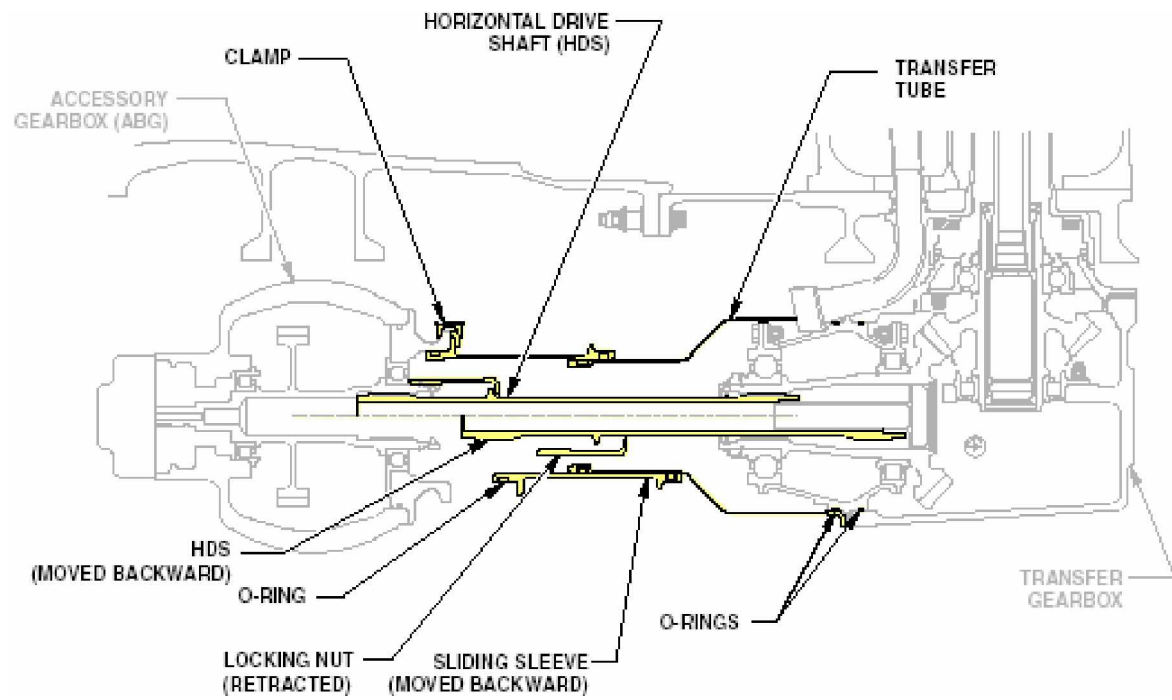
L'arbre d'entraînement radial (RDS)

C. Transfert gearbox (TGB) :



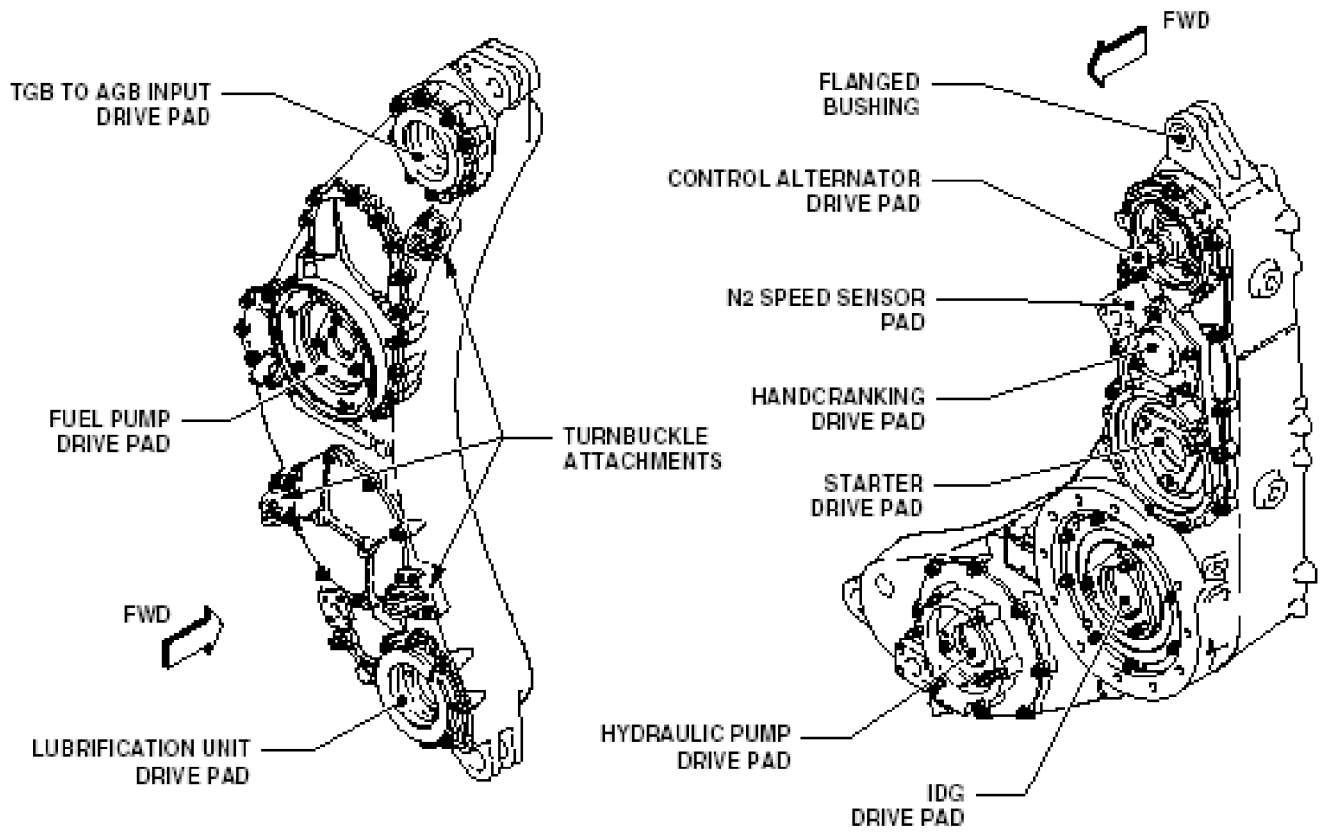
Transfert gearbox

D. L'arbre d'entraînement horizontal (HDS) :



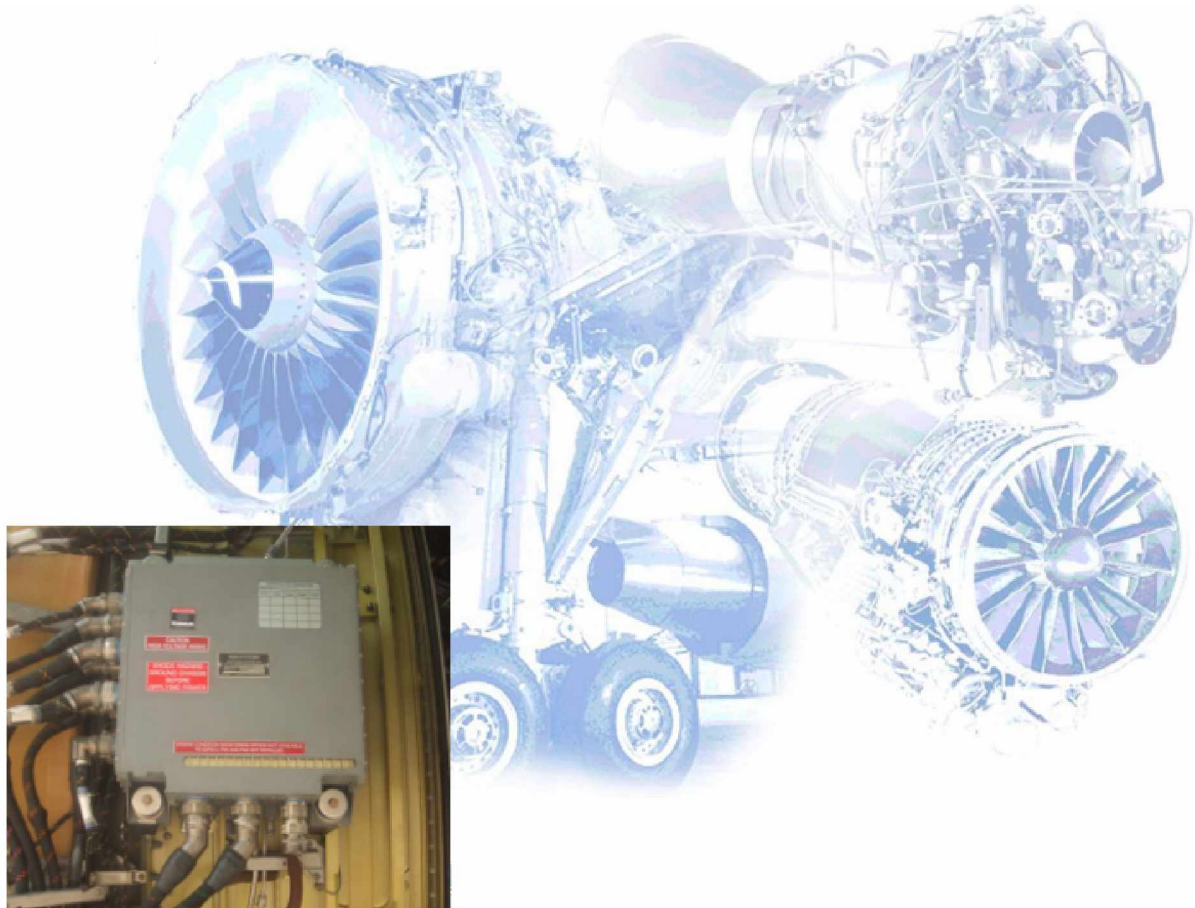
L'arbre d'entraînement horizontal (HDS)

E. Accessory gearbox:



l'accessoire gearbox

CHAPITRE 99



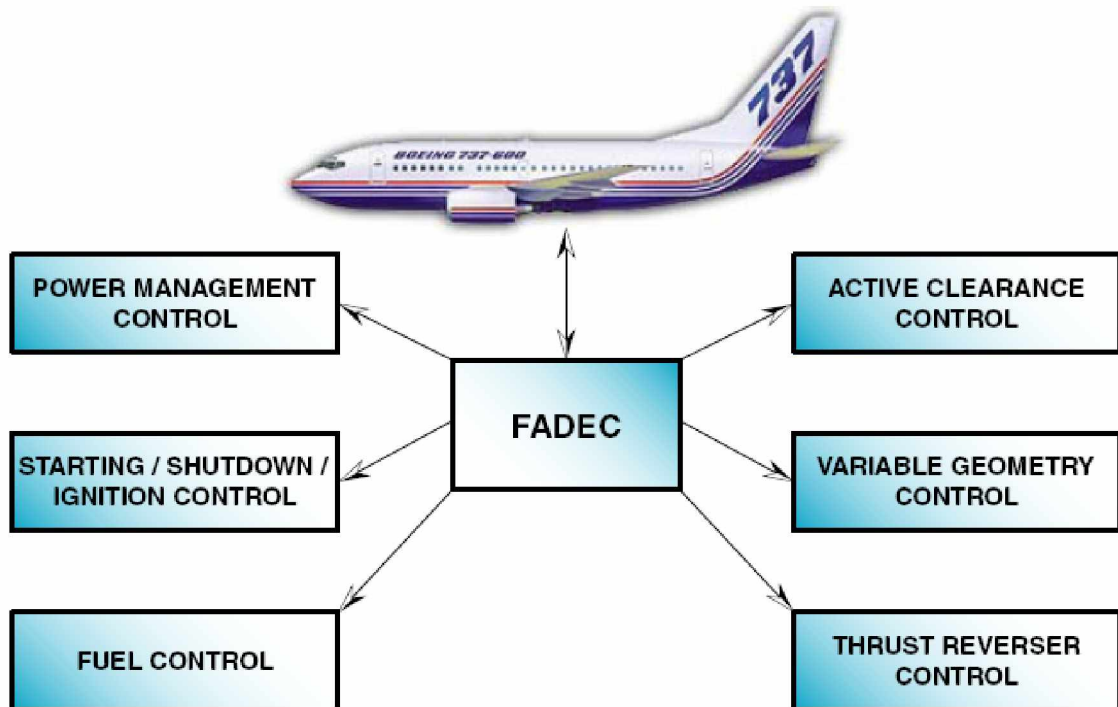
DISCRIPTION DU SYSTEME FADEC

CHAPITRE II

DISCRIPTION DU SYSTEME FADEC

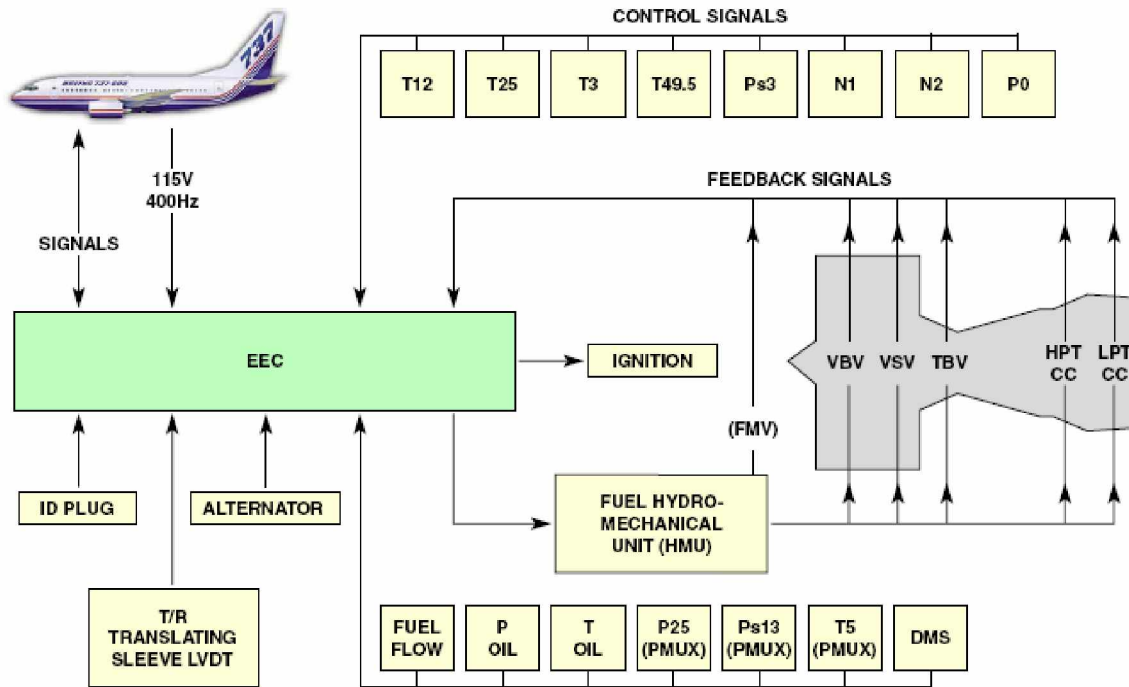
INTRODUCTION AU SYSTEME FADEC :

Le CFM56-7B fonctionne à travers un système connu sous le nom de **fadec** (Full Authority Digital Engine Control). Il prend en charge la réponse aux commandes de l'avion par le contrôle complet des systèmes moteur. Il fournit également des informations à l'avion sous forme d'indications au poste pilotage, pour la surveillance et l'entretien du moteur (maintenance reporting and troubleshooting).



Le but de FADEC

LES COMPOSANTS DE FADEC :

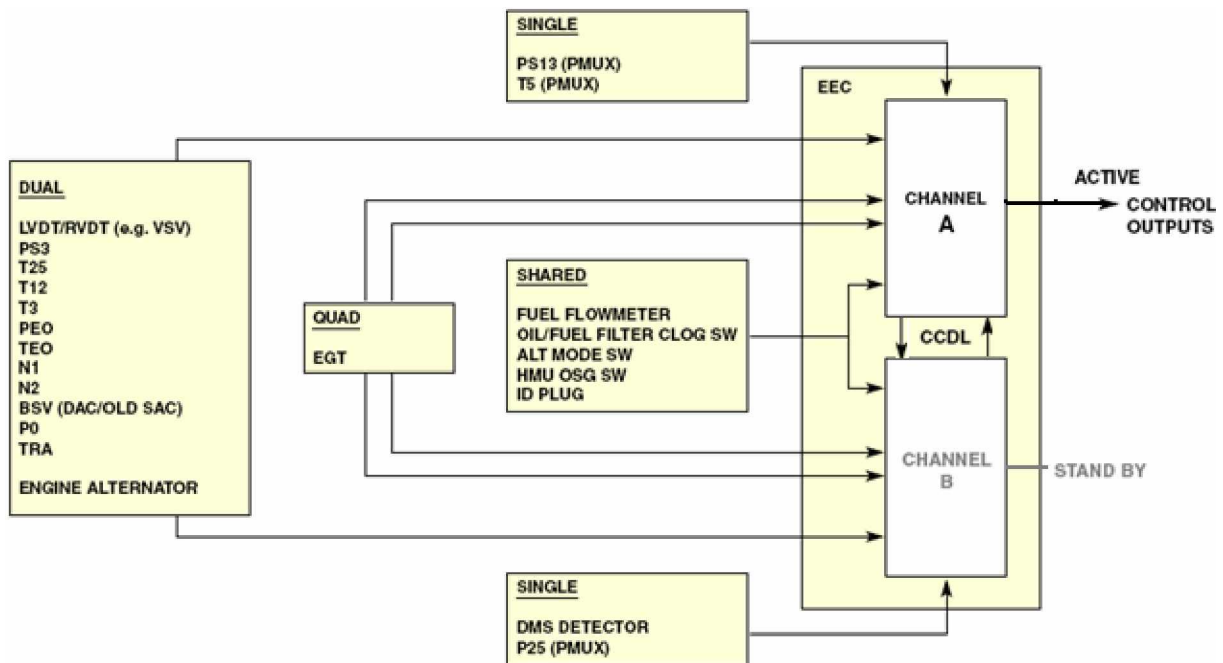


Les composants de FADEC

DESEIGN DE FADEC :

Le FADEC est bâti sur un système de test (BITE). Il effectue les testes et détecte ses propres défauts internes et également externes.

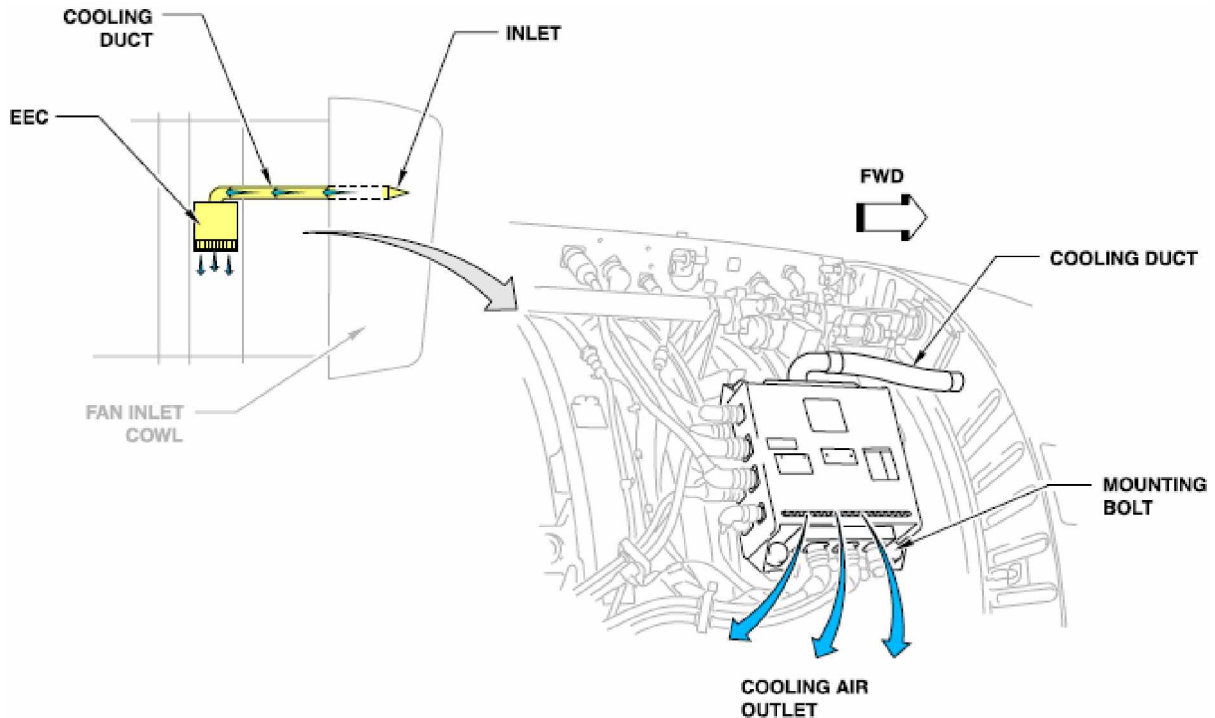
Le système de (BITE), détecte et isole ces pannes, dans le but de déterminer l'état de santé des canaux et de transmettre le rapport de maintenance a l'avion.



Design de FADEC

UNITE ELECTRONIQUE DE CONTROLE MOTEUR – EEC :

Le EEC est une unité de contrôle à deux canaux logés dans un caisson en aluminium, qui est fixé a droite sur le carter Fan en position 2 heures (ALF).



Electronique contrôle moteur

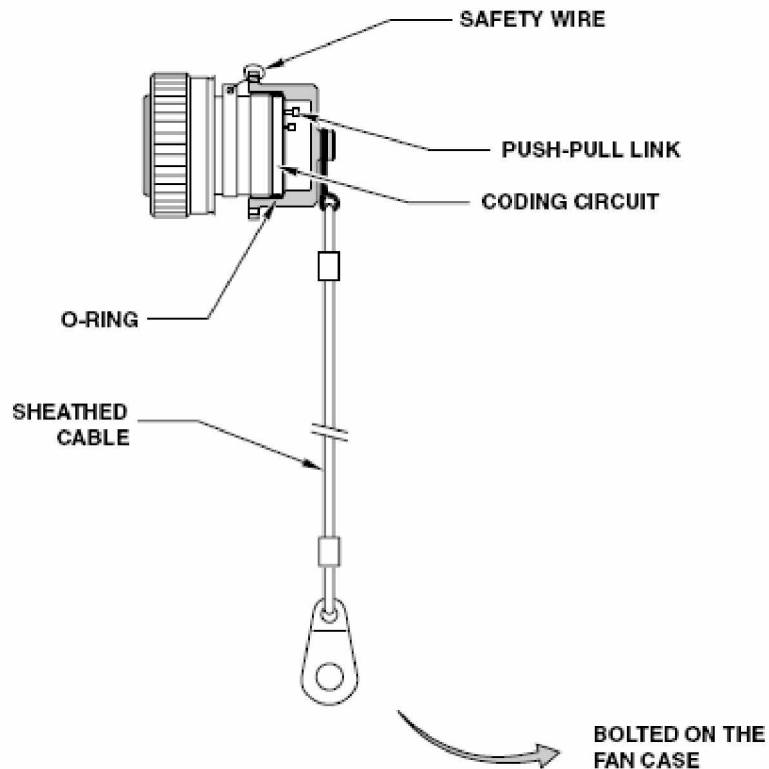
Prise d'identification moteur (Identification Plug) :

La prise d'identification moteur fournie au EEC des informations sur la configuration du moteur auquel elle est installée.

La prise d'identification (ID plug) fournit au EEC des informations sur la configuration comme suit :

- **Famille et modèle du moteur.**
- **N1 trim modifier.**
- **La poussée « Thrust rating ».**
- **Le Bump pour les -7B22 B1, -7B24 B1, -7B27 B1.**
- **Engine condition monitoring (optionnel).**
- **Configuration de la chambre de combustion (SAC ou DAC).**

- BSV active, ou inactive.



Prise d'identification moteur

SONDES DU MOTEUR :

Pour le bon fonctionnement du moteur Le EEC a besoin d'avoir des informations sur les paramètres moteur, tel que les températures et les pressions des gaz a différentes parties du moteur dans le but de contrôler le moteur durant toutes les phases du vol.

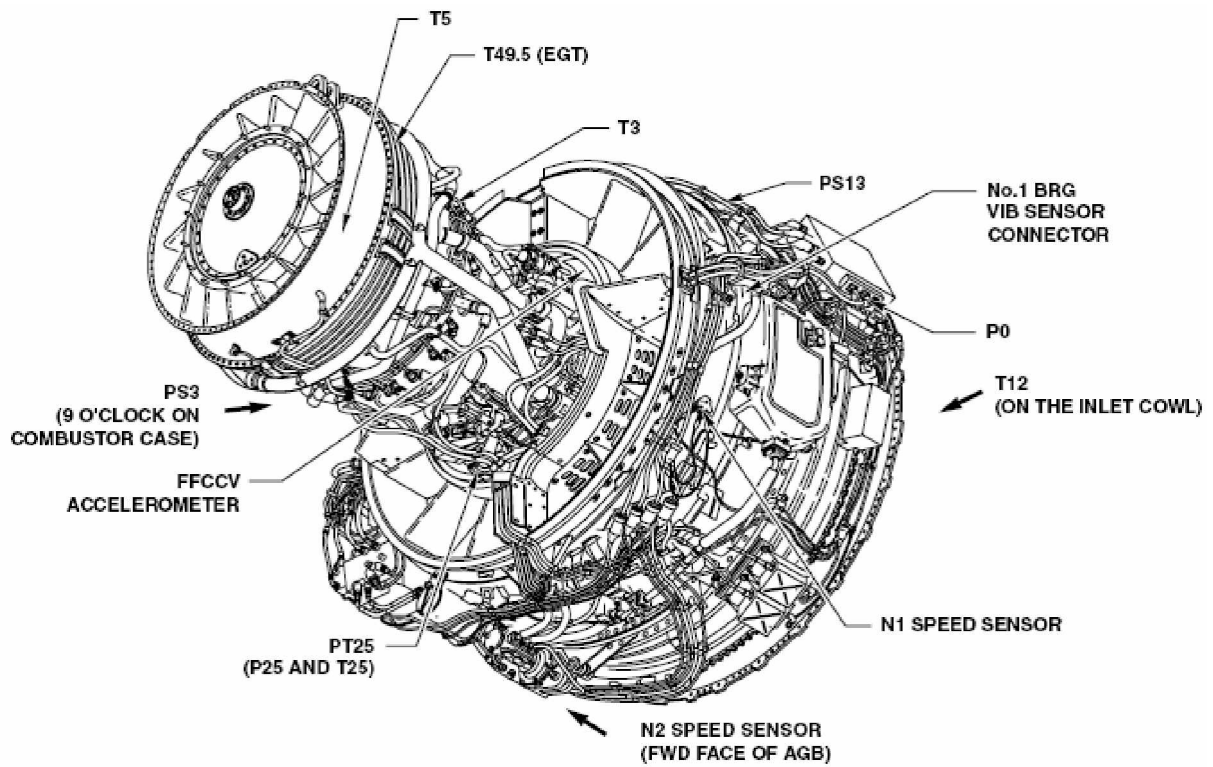
. Sondes de vitesse :

Sondes de température .

Thermocouples

Sondes Pressions

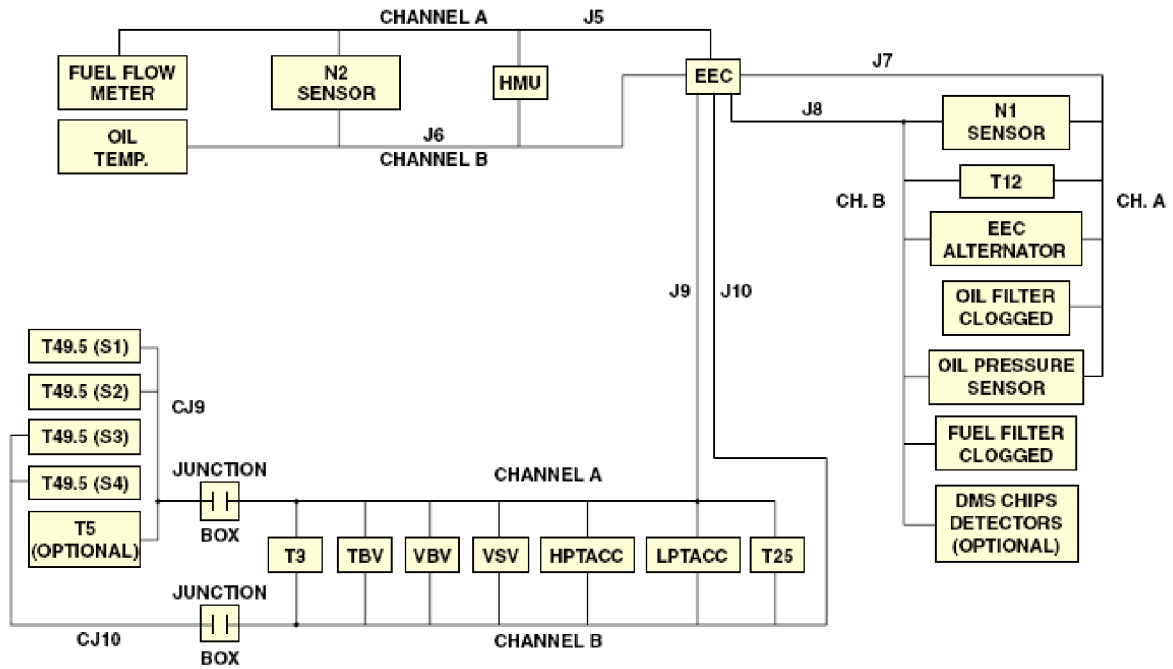
Sondes de vibration



Les sondes du moteur

LE CABLAGE MOTEUR :

La figure suivant montre les différents câbles du moteur

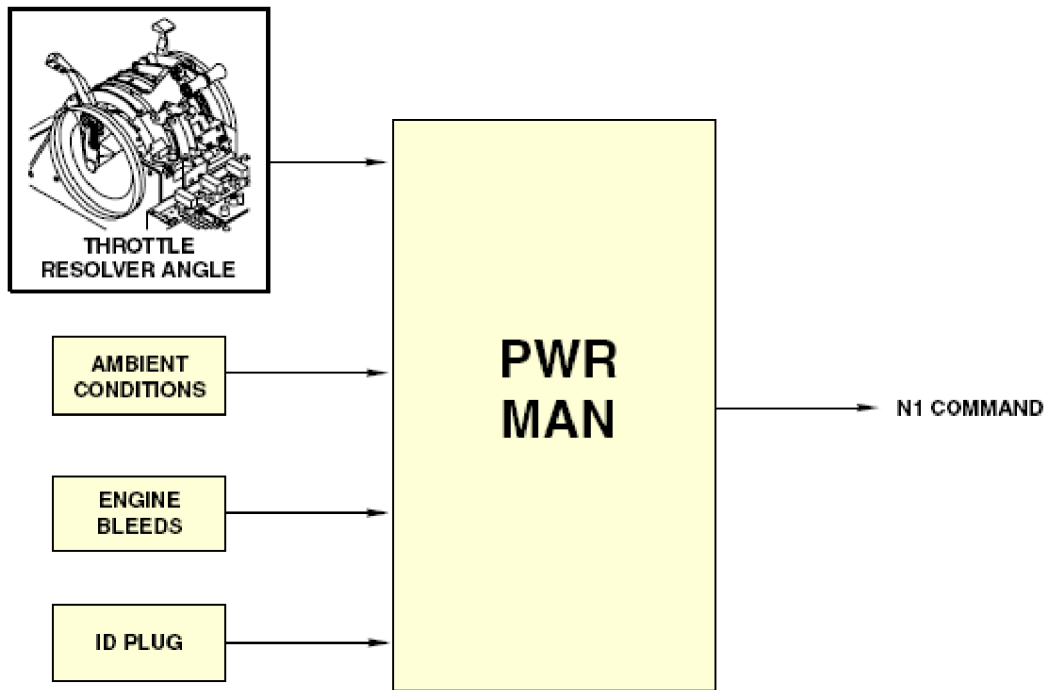


Le câblage moteur

LA GESTION DE PUISSANCE ET COMMANDE CARBURANT (POWER MANAGEMENT AND FUEL CONTROL) :

Le « Power management » contrôle le niveau de la poussée moteur correspondante à la position manette.

Le « Power management » emploie la vitesse du FAN (N1) comme paramètre de réglage de la poussée.



La gestion de puissance et commande carburant

CHAPITRE 999

LE CIRCUIT CARBURANT

CHAPITRE III

CIRCUIT CARBURANT

III.1. CIRCUIT CARBURANT :

Le but du système circuit carburant est :

- ∅ De livrer du carburant propre à la chambre de combustion.
- ∅ De fournir du carburant propre et sans particules de glace aux divers servomécanismes du système carburant.
- ∅ Pour refroidir l'huile moteur et l'huile de l'IDG « Integrated Drive Generator ».

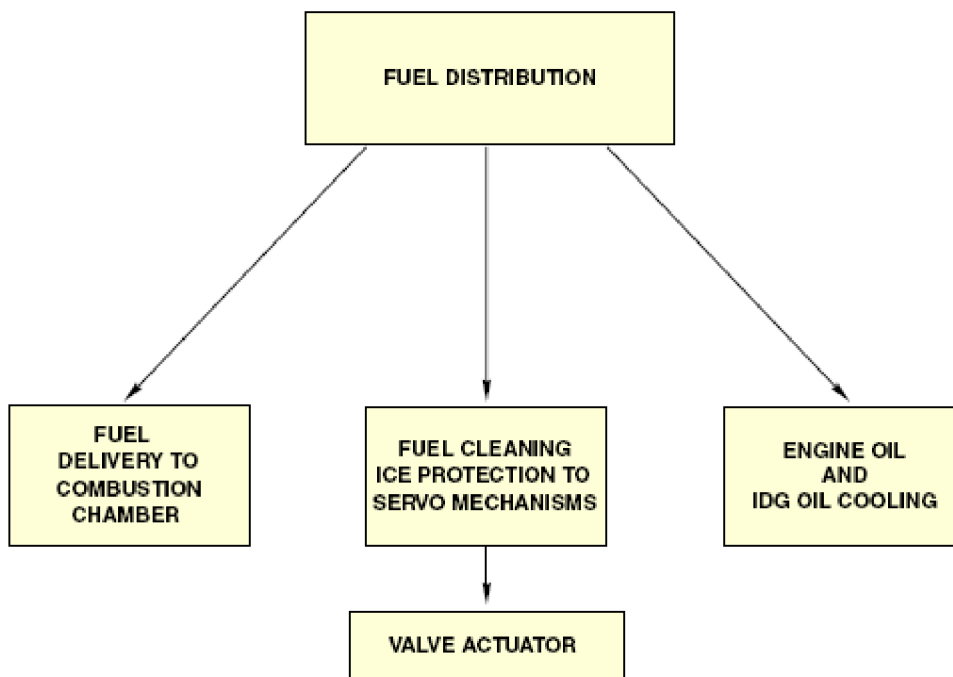


Figure (III-1) : Le système carburant

Les composants de circuit carburant sont :

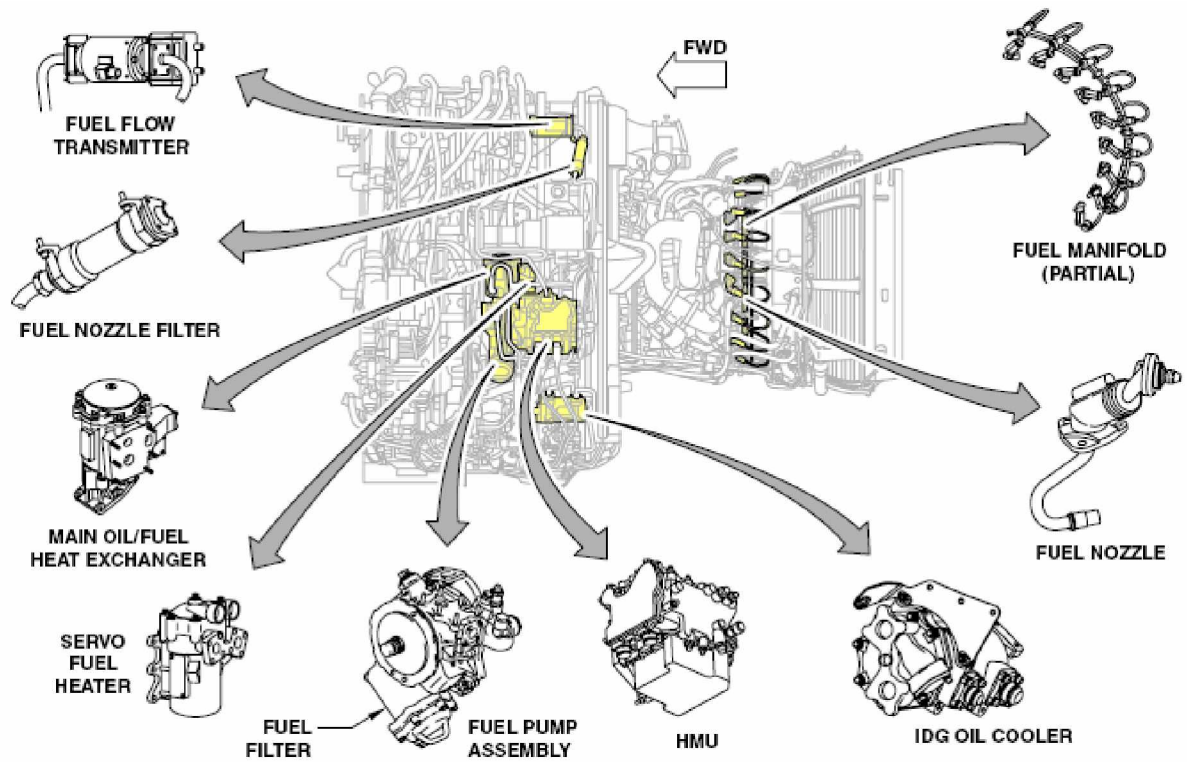
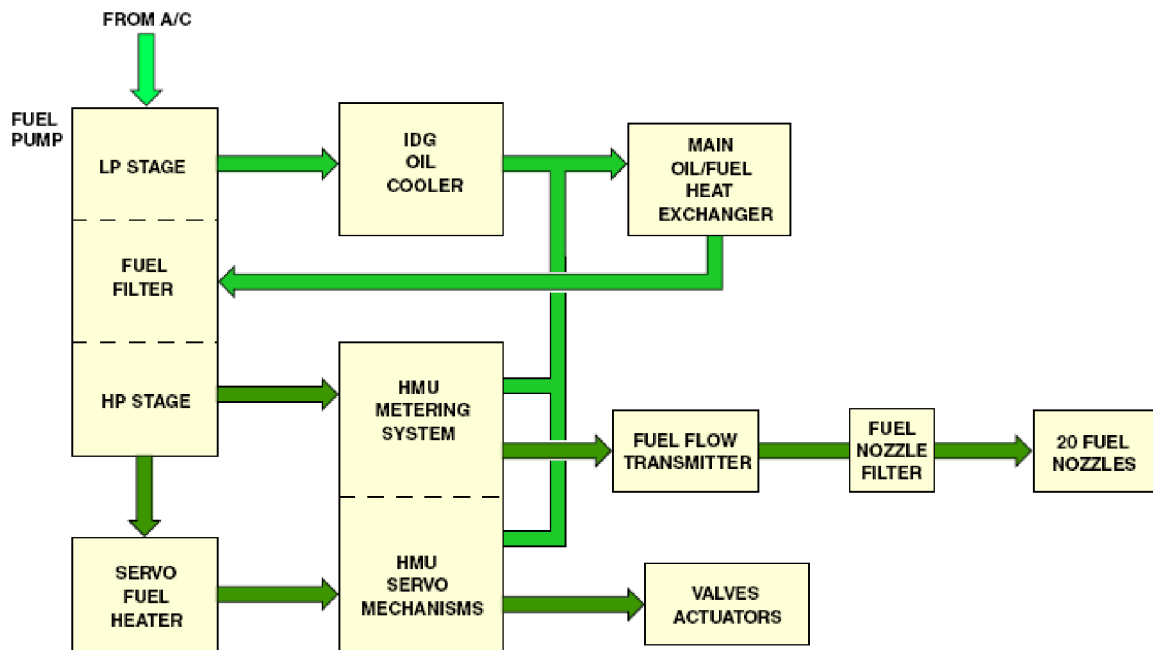
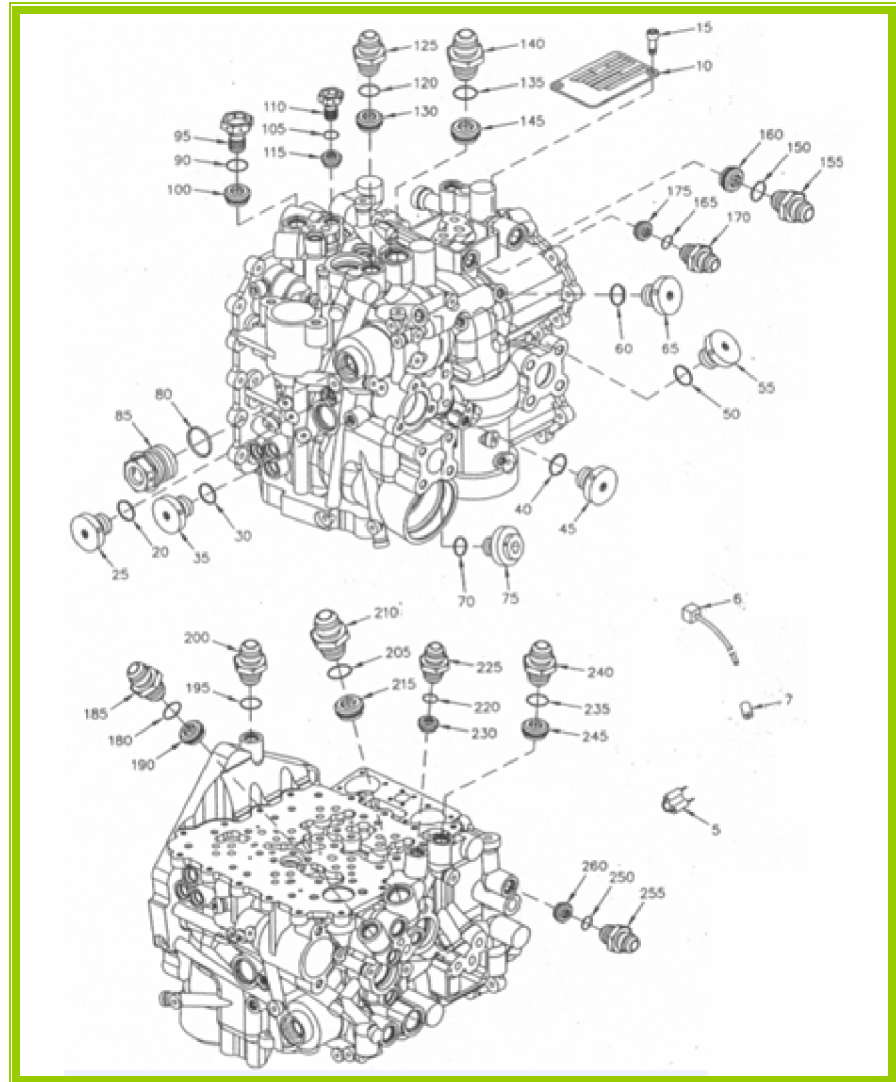


Figure (III-2) : Les composants du circuit carburant



Distribution de carburant

CHAPITRE IV



**ETUDE ET LA MAINTENANCE
DE L'UNITE HYDROMECHANIQUE**

CHAPITRE IV

L'UNITE HYDROMECHANIQUE - HMU

IV .1. DESCRIPTION GENERALE :

Pour assurer toutes les différentes fonctions du moteur, le HMU est équipé de :

- 6 électrohydrauliques servovalves (EHSV) pour le contrôle de la:

- | | |
|--------|-----------|
| - FMV. | - TBV. |
| - VSV. | - HPTACC. |
| - VBV. | - LPTACC. |

- 1 solénoïd (S)

- 1 Resolver (R),

- 1 Switch pour le régulateur de survitesse (Overspeed governor).

- 1 ensemble de switches, relié à l'appareil (A/C),

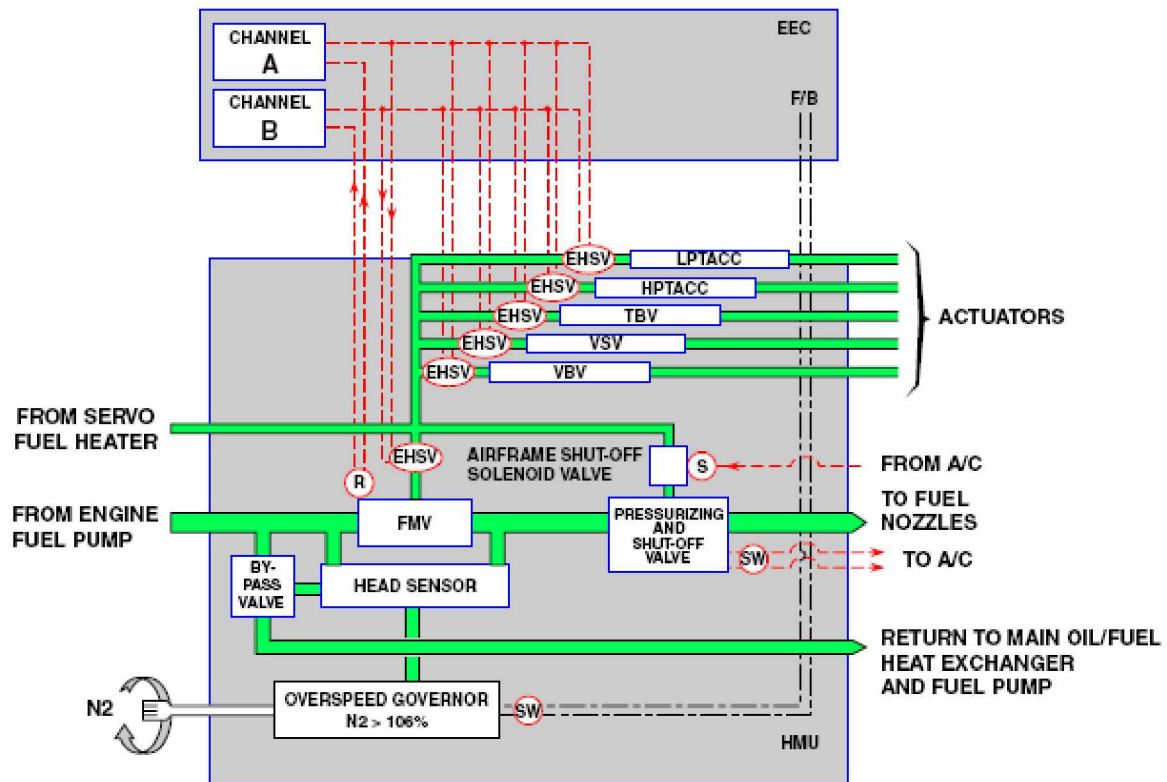


Figure (IV.1) : Description du HMU

IV.2. LES DIFFERENTES PRESSION DU HMU :

Le HMU est alimenté par deux pressions de carburant, P_s et P_{sf} , ces deux débits sont fournis par l'étage HP de la pompe carburant.

Sous certaines conditions de fonctionnement, une partie de la pression de carburant peut être by-passée, et elle est désignée par P_b .

Pression P_s :

De l'étage HP de la pompe carburant au système FMV :

C'est le carburant qui va dans la chambre de combustion.

Max $PS = 1204$ psig.

Pression P_{sf} :

De l'étage HP de la pompe de carburant au HMU servo commande, à travers le réchauffeur de carburant (servo fuel heater).

Celle-ci est utilisée par les EHSV pour produire des pressions muscle pour le fonctionnement des actuators.

Max $P_{sf} = 1204$ psig.

Pression P_b :

L'excès de carburant est bypassé, celui qui n'est pas utilisé dans la combustion et les servo mécanismes. Il retourne à l'échangeur de chaleur principal huile/carburant.

Max $P_b = 265$ psig.

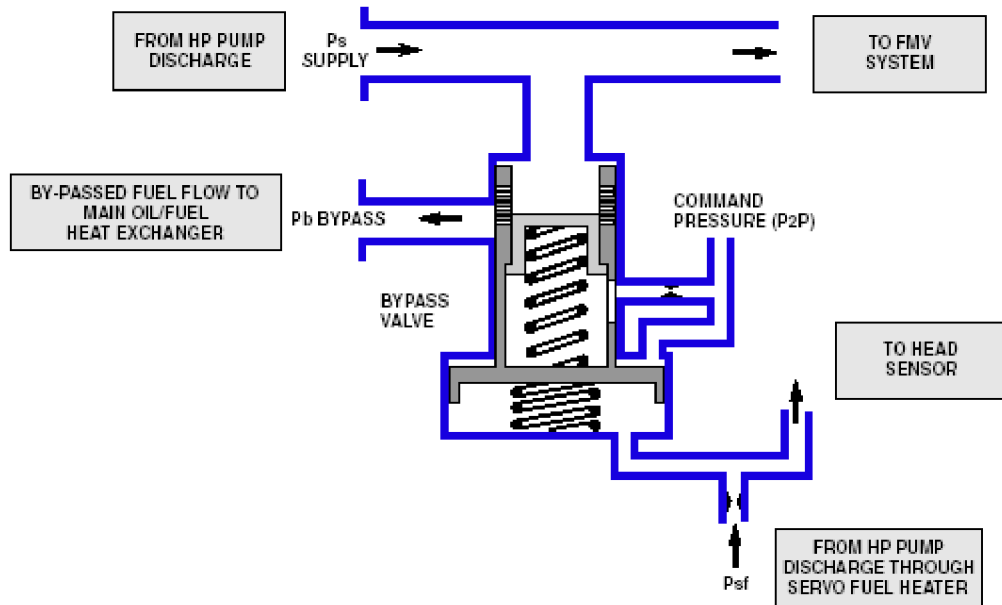


Figure (IV.2) : Régulateur de pression Psf et Pb

Pcb check valve :

La Pcb check valve est une valve avec un ressort de rappel tarer, il maintient la pression Pcb nominal à 10 Psi au-dessus de Pb.

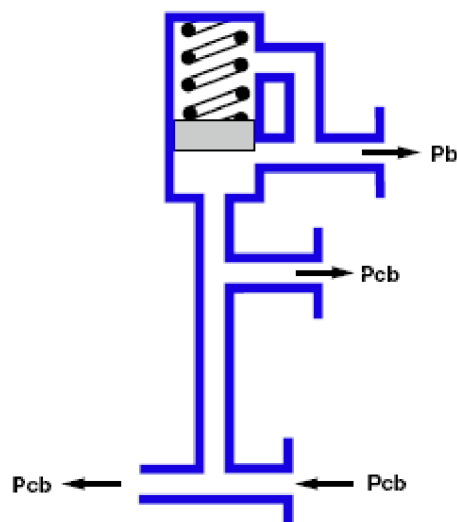


Figure (IV.3) : Pcb Check valve

IV.3. SERVO REGULATEUR DE PRESSION :

Le système de régulation de pression a pour but de fournir des pressions de carburant utilisables par le HMU.

IV.3.1. Le Servo régulateur de pression P_c :

$$P_c = P_{cb} + 300 \text{ psig.}$$

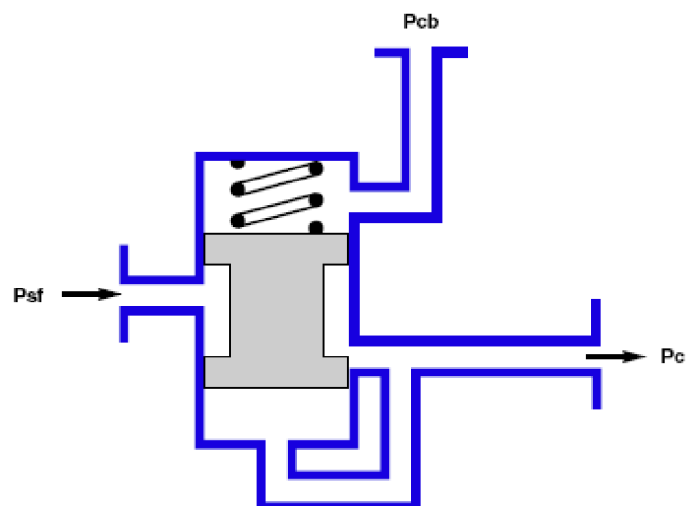


Figure (IV.4) : Servo régulateur de pression P_c

IV.3.2. Servo régulateur de pression Pcr :

$$P_{cr} = P_{cb} + 150 \text{ psig.}$$

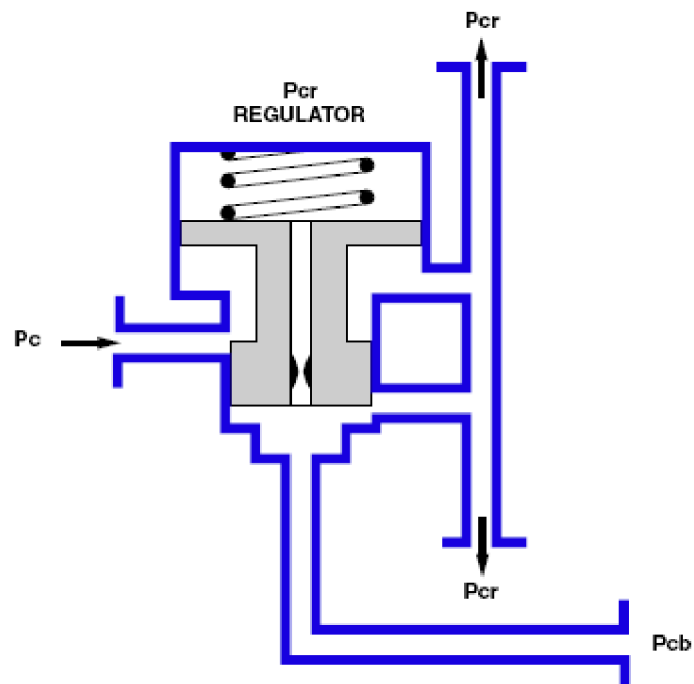


Figure (IV.5) : Servo régulateur de pression Pcr

IV.4. ÉLECTROHYDRAULIQUES SERVO VALVES :

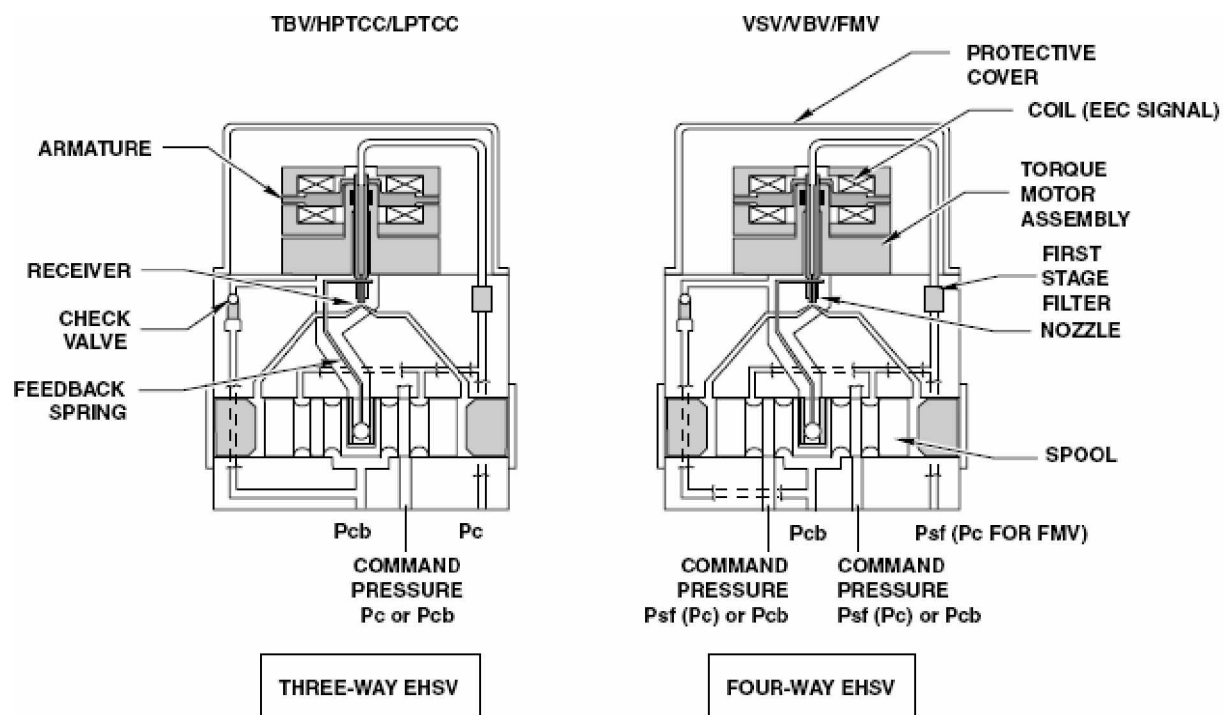
Le EEC et le HMU contrôlent les six électrohydrauliques servo valves (EHSV) :

- Fuel metering valve (FMV).

- Transit bleed valve (TBV).
- High pressure turbine active clearance control (HPTACC).
- Low pressure turbine active clearance control (LPTACC).
- Variable bleed valves (VBV).
- Variable stator vane (VSV).

Chaque EHSV est une valve à deux étages actionnée par un « torque motor ».

Le premier étage de l'EHSV contient un « fluidic amplifieur », et le deuxième étage contient un « spool valve ».



Électro-hydraulique servo valve a trois voies et quatre voies

Régulateurs Variable Stator Vane (VSV) et Variable Bleed Valve (VBV) :

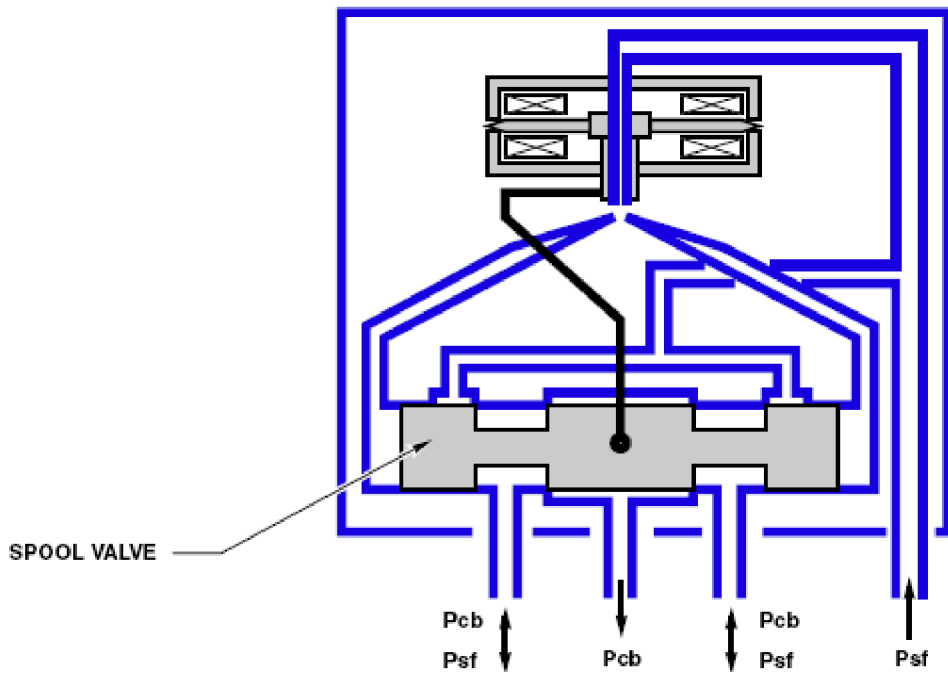


Figure (IV.8) : Régulateurs VSV et VBV

IV.4.2. Régulateur de débit carburant (FMV) :

La Fuel Metering Valve est actionnée par une EHSV à 4 vois « 4-way EHSV ».

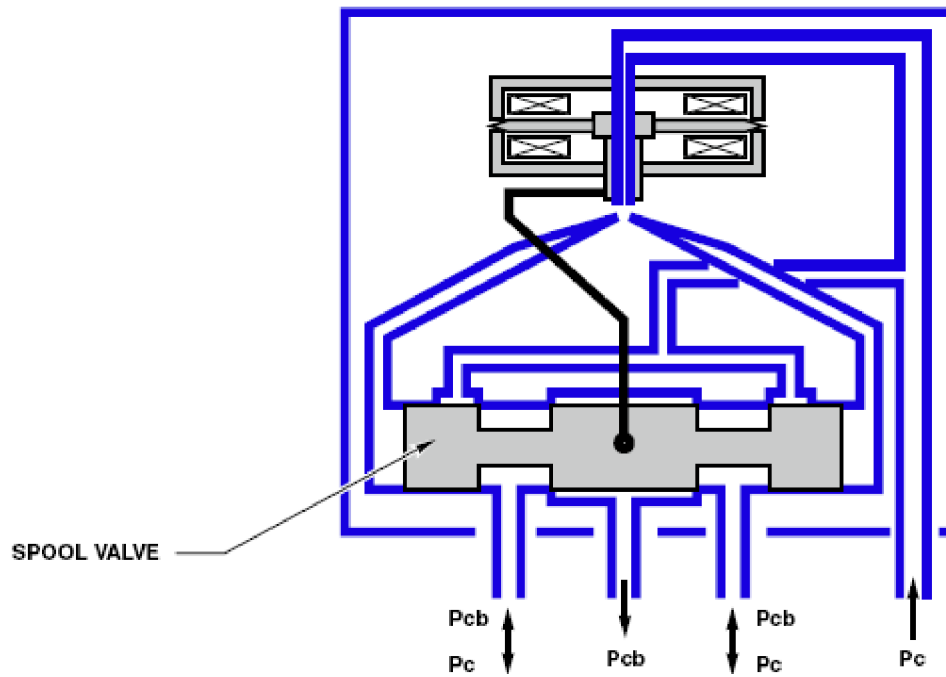


Figure (IV-9) : Régulateur FMV

IV.4.3. Régulateurs du système de contrôle du jeu actif :

La valve LPTACC et la valve HPTACC sont actionnées par une EHSV à 3 voies « 3-way EHSV ».

La TBV est également actionné par une EHSV à 3 voies « 3-way EHSV »:

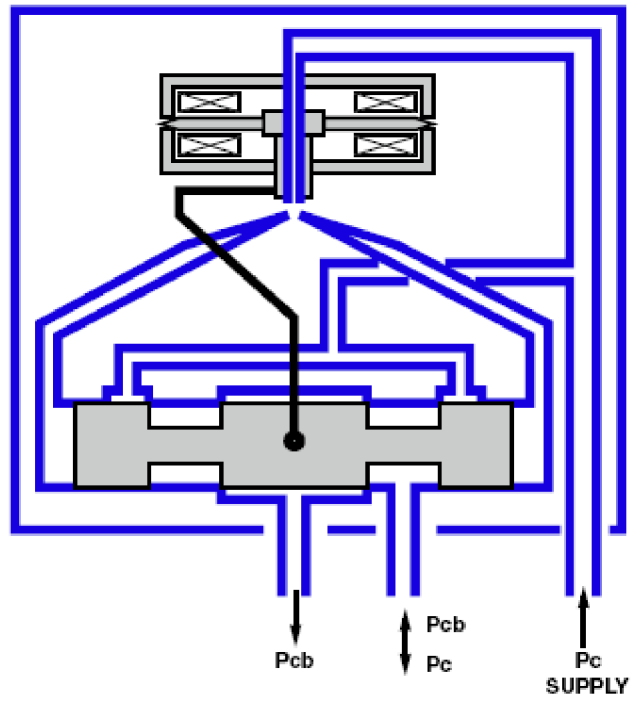


Figure (III.10) : Régulateur TBV et du Contrôle jeu actif

IV.5. HMU - SECTION FMV :

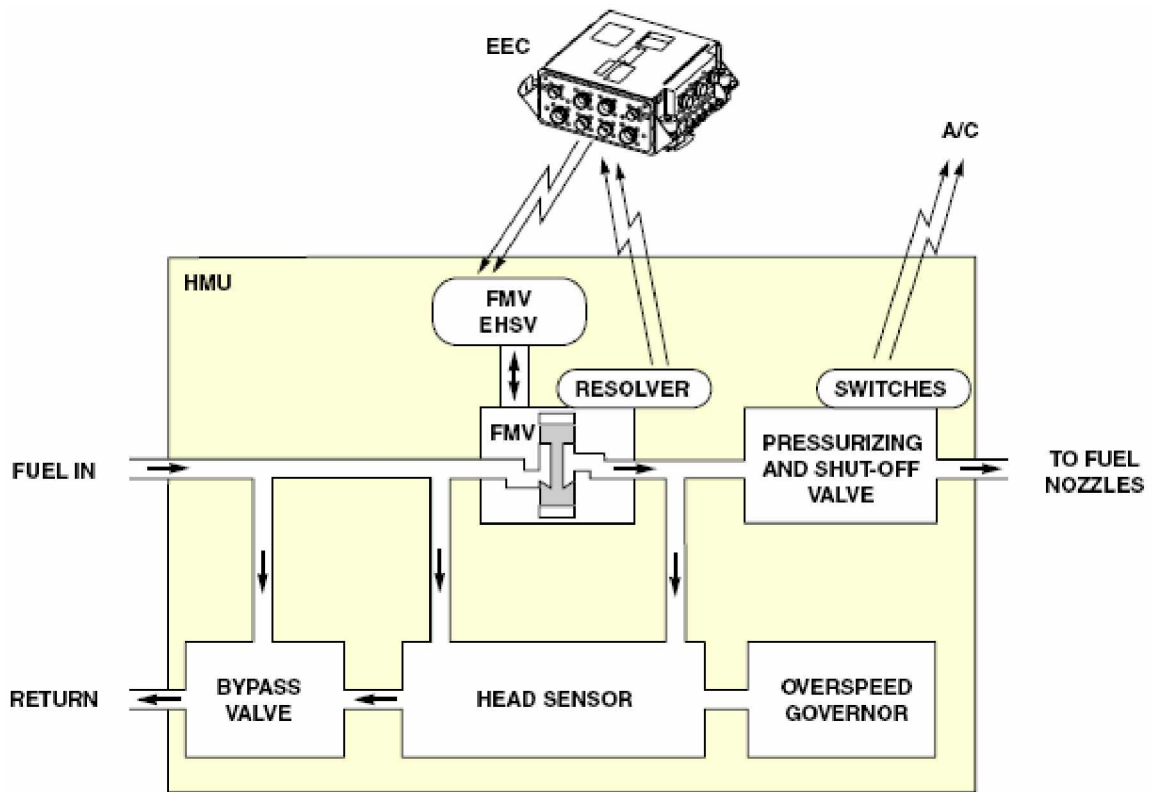


Figure (IV.11) : HMU - Section FMV

IV.6. SYSTEME DE DOSAGE CARBURANT HMU :

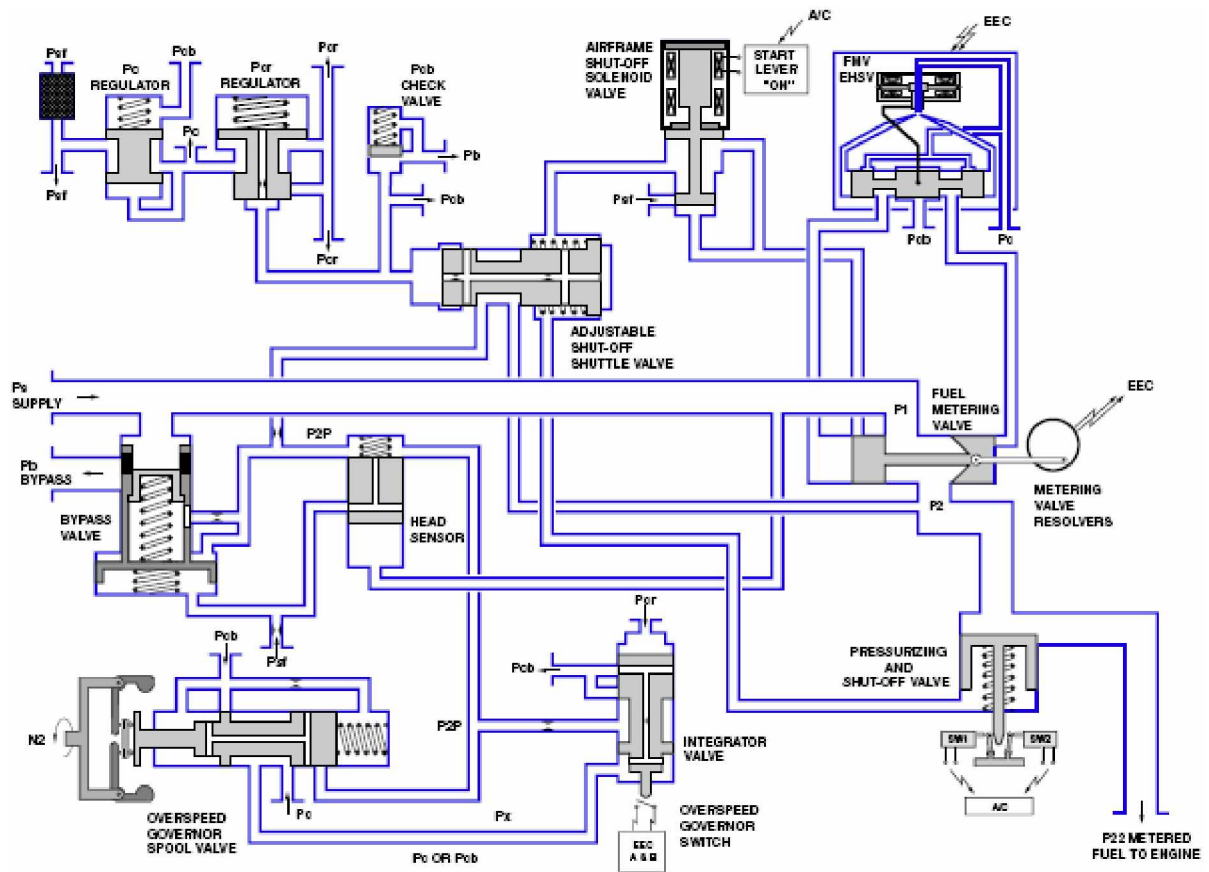


Figure (IV .12) : Système FMV

Système d'interruption carburant :

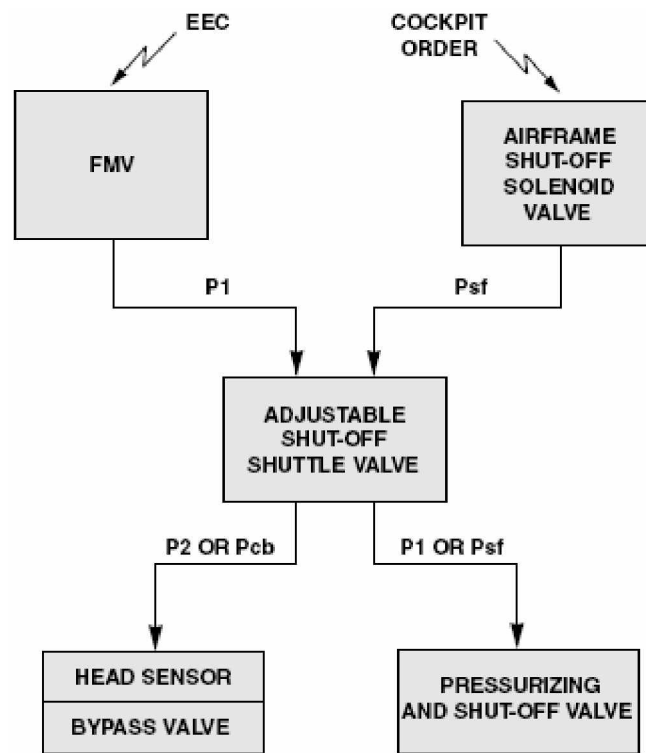


Figure (IV.18): Fuel shut-off system

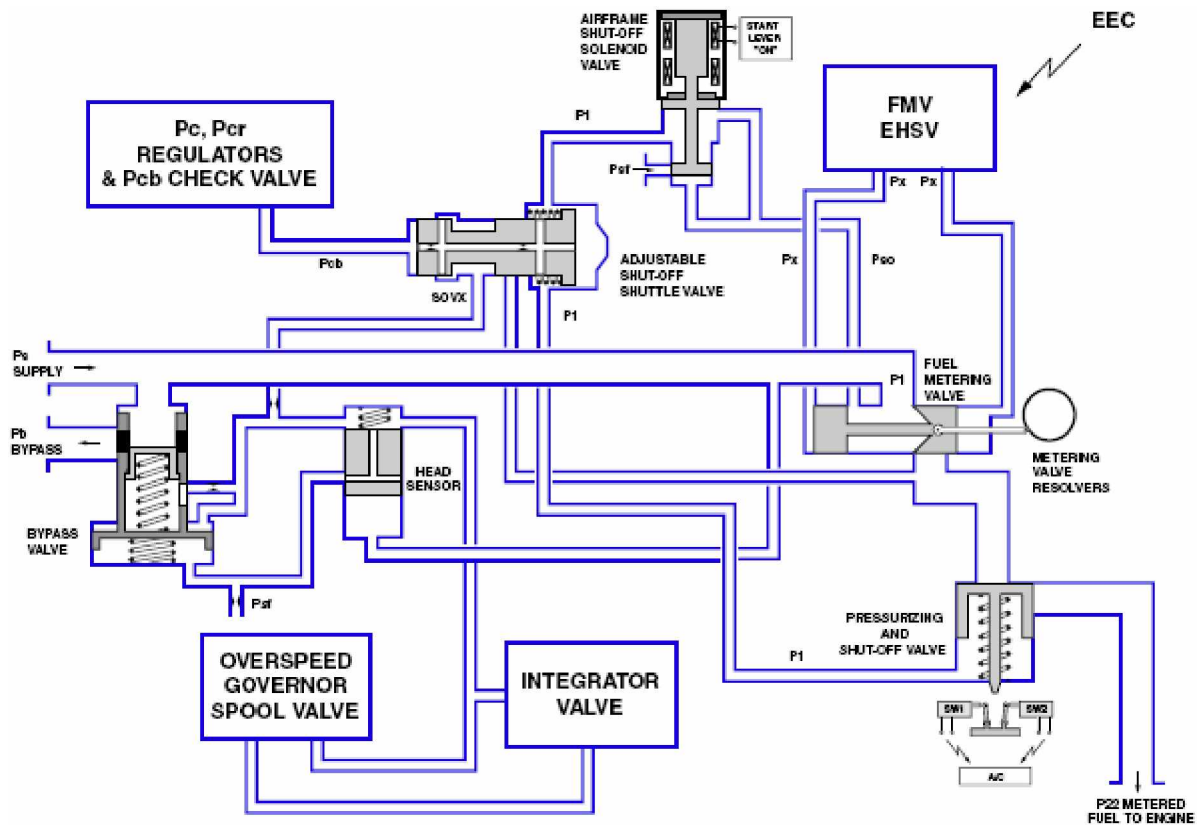


Figure (IV.20) : Arrêt moteur par le EEC

IV.7. SYSTEME DE COMMANDE A GÉOMÉTRIE VARIABLE :

Le système se compose :

- Le système VBV « Variable Bleed Valve »,
- Le système VSV « Variable Stator Vane »

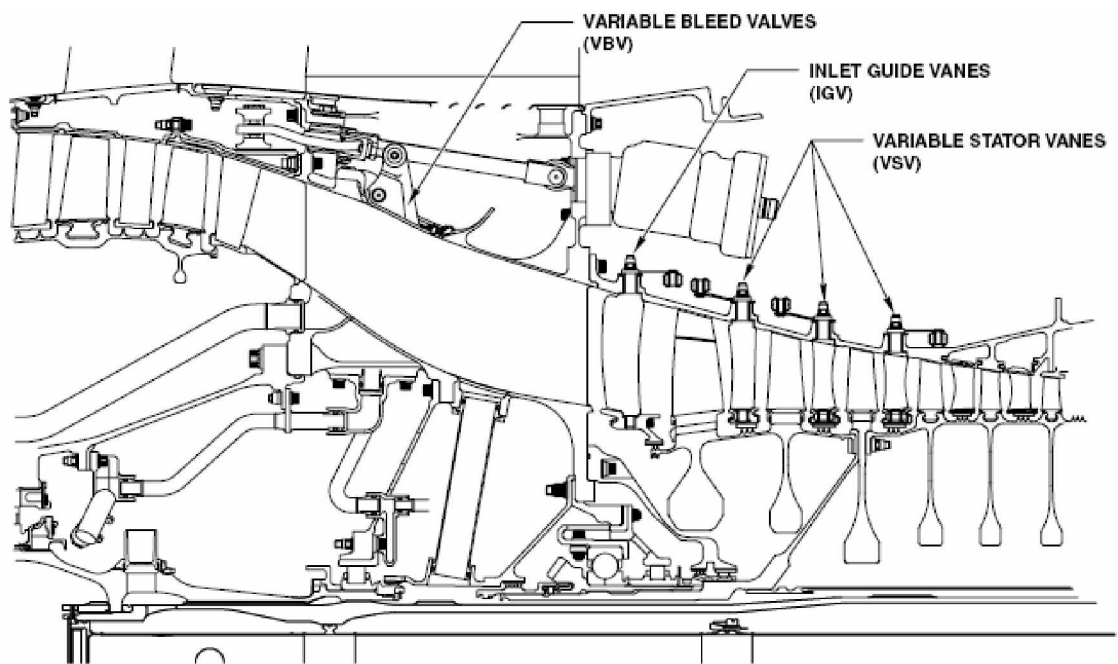


Figure (IV.24): Système de commande a géométrie variable

Le système VBV :

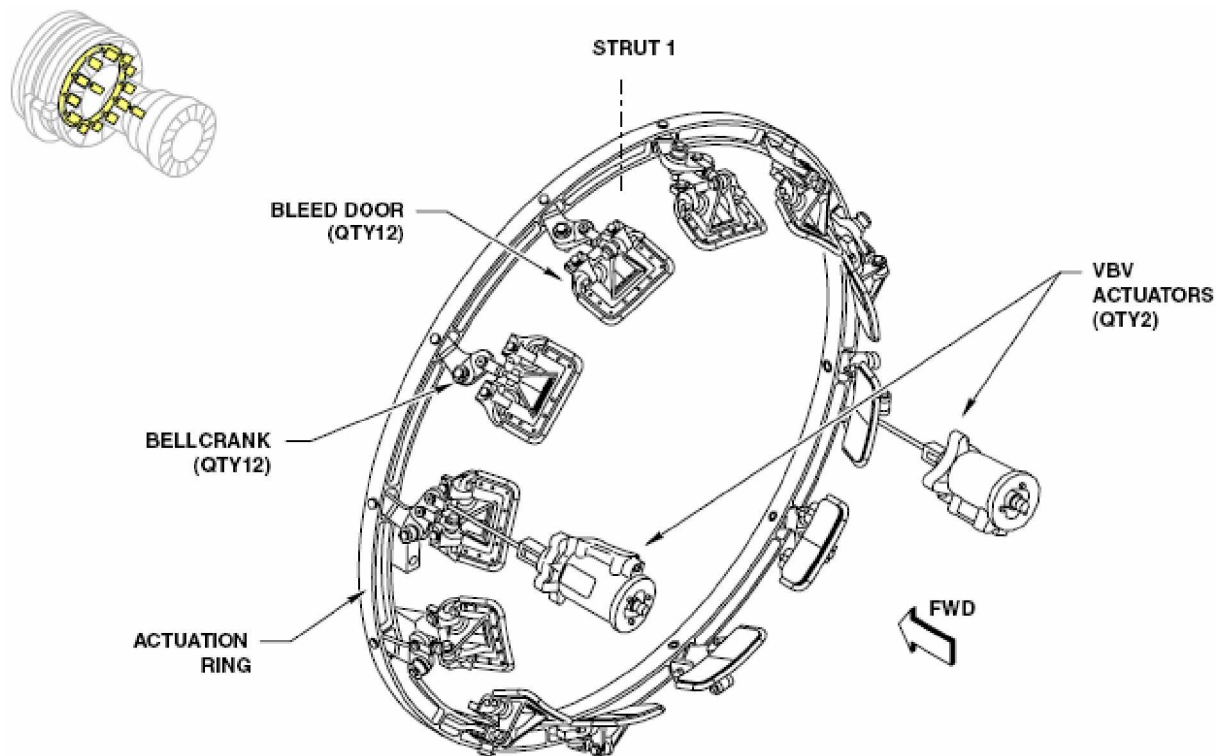


Figure (IV.25): VBV

IV-7-2- Le système VSV :

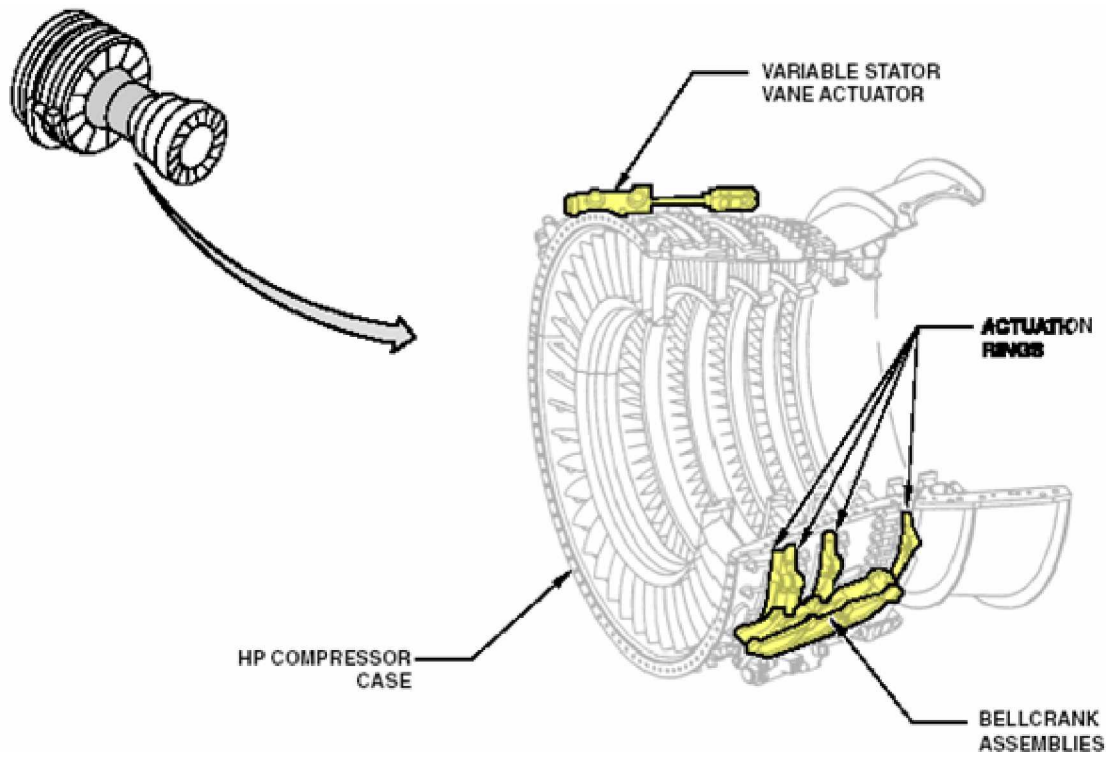


Figure (IV.28): La position du système VSV

La TBV « Transient Bleed Valve »

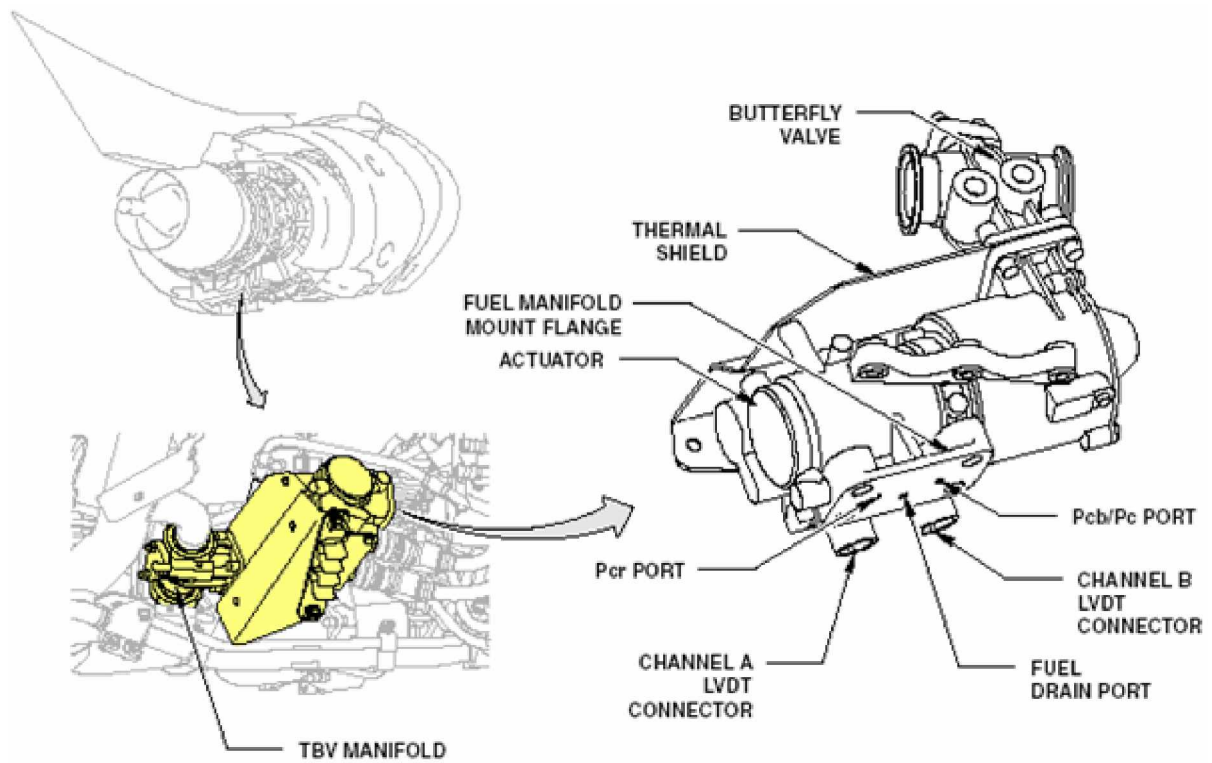


Figure (IV.31):TBV

SYSTEME DE CONTROLE DU JEU ACTIF :

IV-8-1- La HPTACC « High pressure turbine active clearance contrôle » :

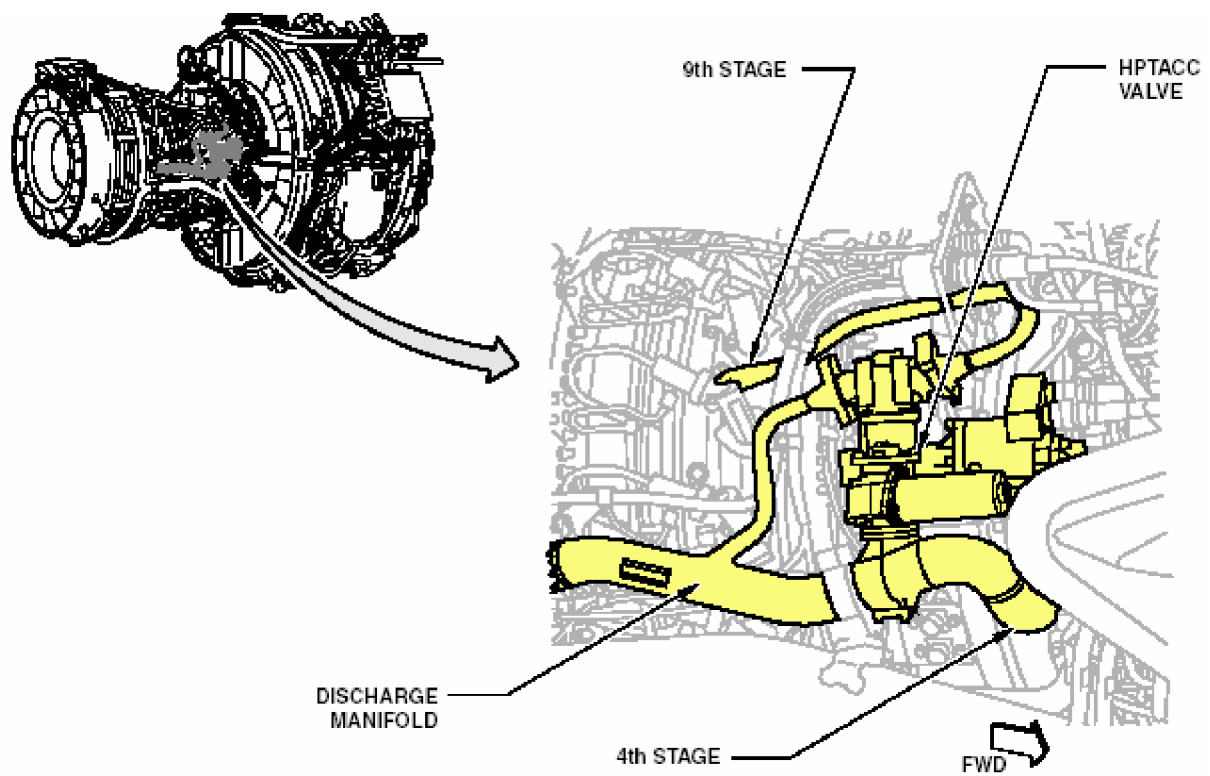


Figure (IV.34): La position de la HPTACC

La LPTACC « Low pressure turbine active clearance contrôle » :

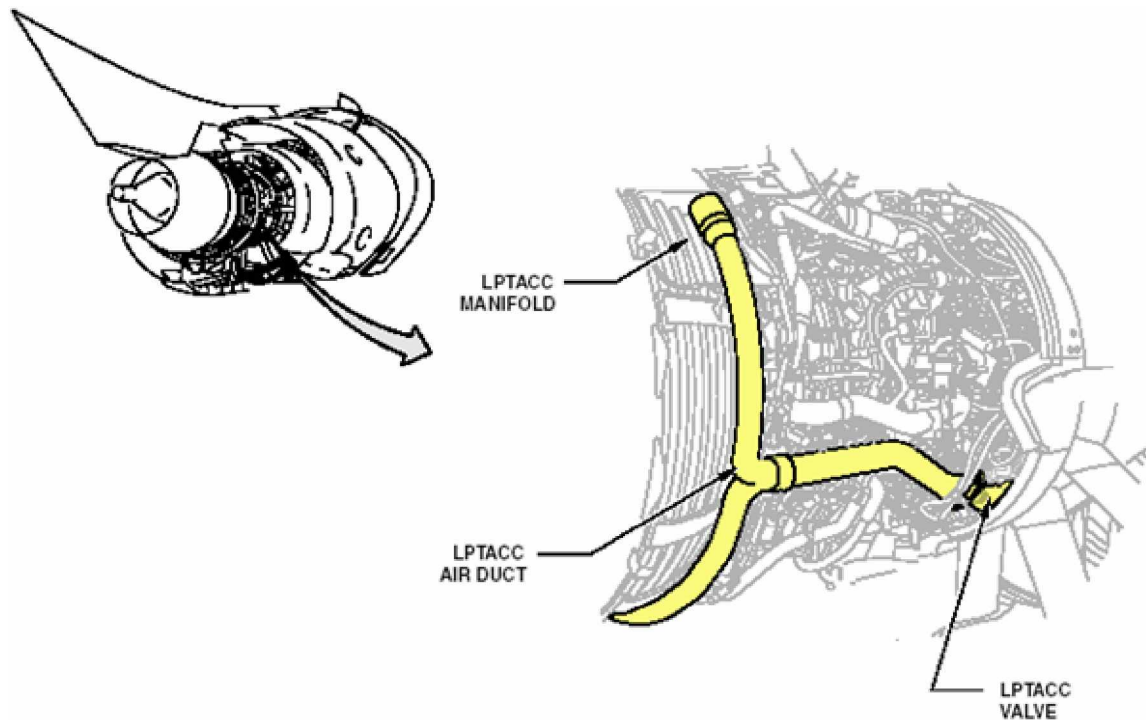


Figure (IV.37): LPT ACTIF CLEARANCE

TESTE ET MAINTENANCE DE L'UNITE HYDROMECHANIQUE :

IV.9.1. Description du banc d'essais HMU :

Il se compose :

- 1- Un système d'entraînement « Drive système ». # N2
- 2- Une alimentation carburant « Fuel handling system ». # pompe carburant
- 3- Protection contre les surpressions « Body protection
- 4- Régulateur du débit injecteur « Back-pressure system »
- 5- Instruments de calculs de : débit, pression, pression différentielle
- 6- Teste de débit « flow testing »

7-Teste électrique « electrical test »

Description du Banc d'essais HMU

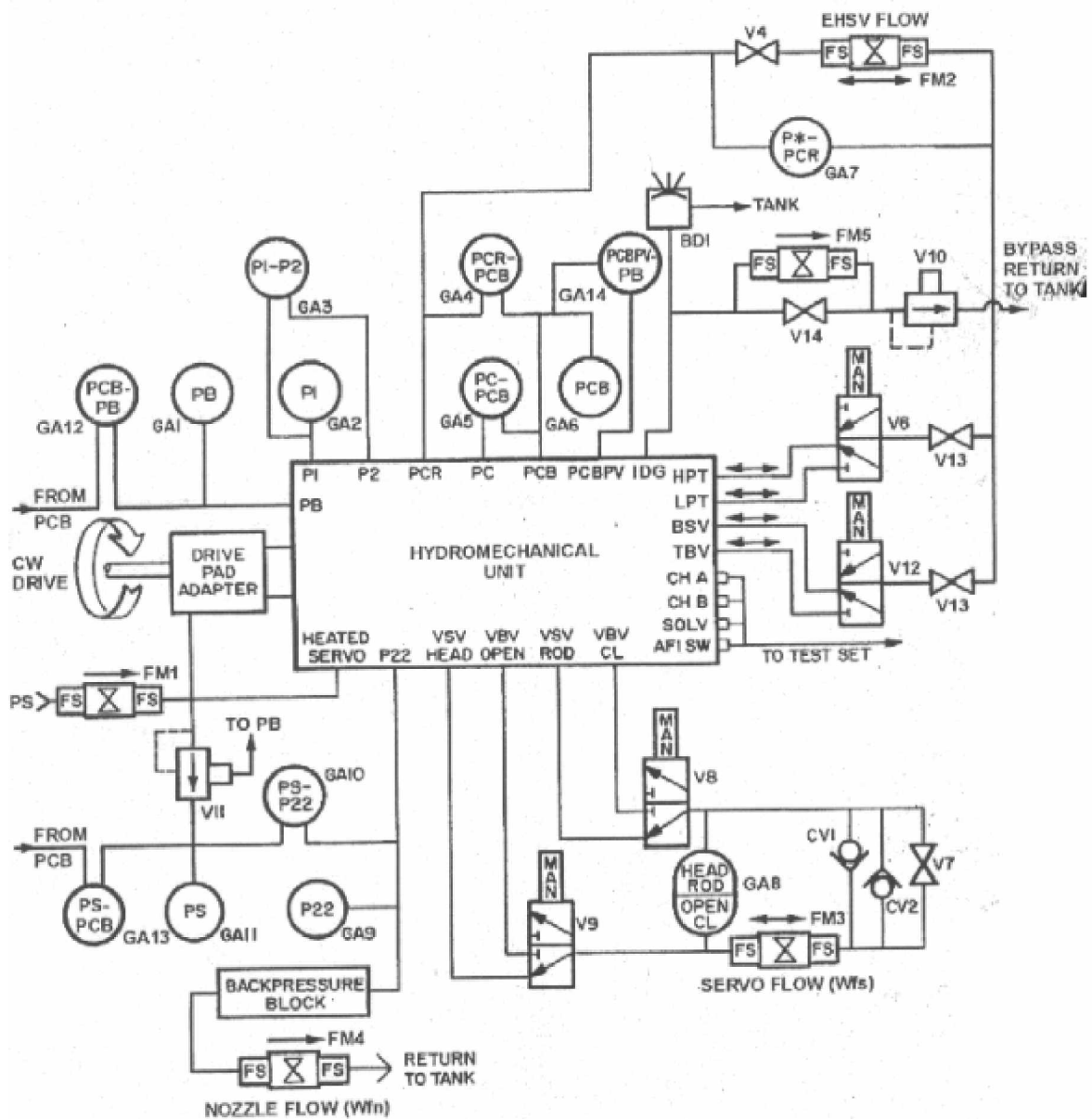


Schéma synoptique du Banc d'essais HMU

IV.11.TEST DE FUITE EXTERNE :

Pour prévenir les fuites au niveau des joints ou autre On nettoie le HMU et on le sèche, puis on utilise de l'alcool

Il y'a deux méthodes pour détecter une fuite au niveau d'HMU

-On utilisant du talc (décoloration de talc)

-On utilisant un fluorescent (rejet du fluorescent)

on fait tourner le HMU à une vitesse de 6148rpm et on met le resolver à la position 60°

Condition de test leak

wft	Pb	speed	MV resolver
255000pph	250Psi	6148Rpm	60°

Tableau (IV.2) : Condition du test de fuite

IV.12. LE TESTE DE PC, PCR REGULATEUR :

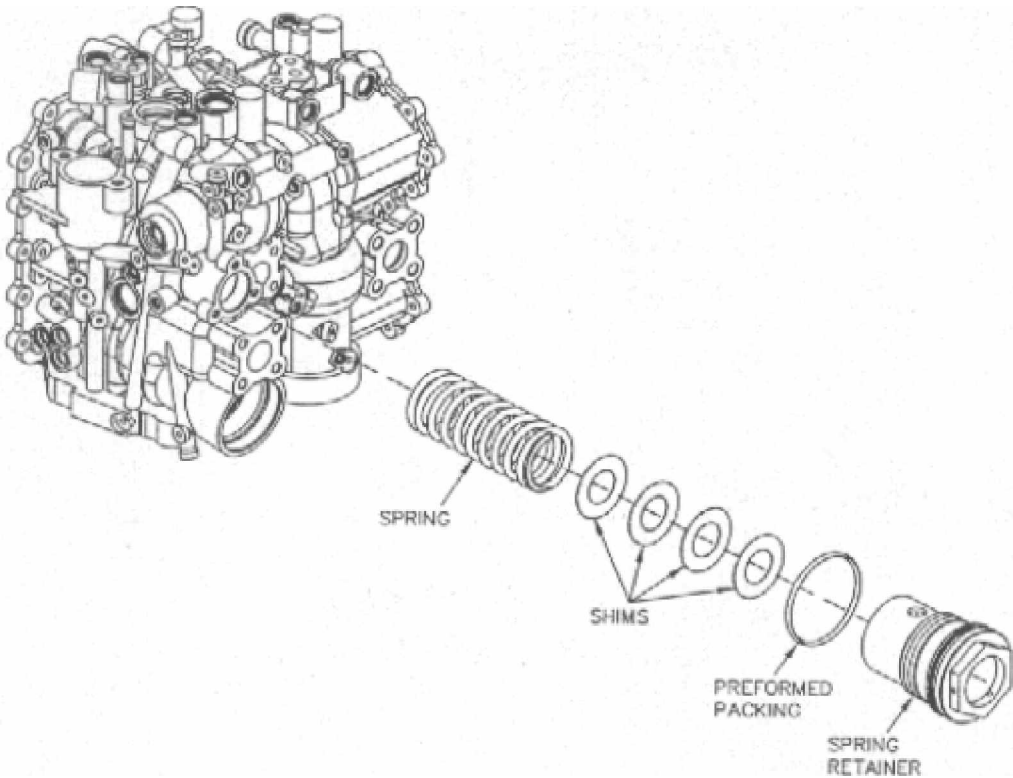


Figure (IV.41): desassemblage du Pc regulateur

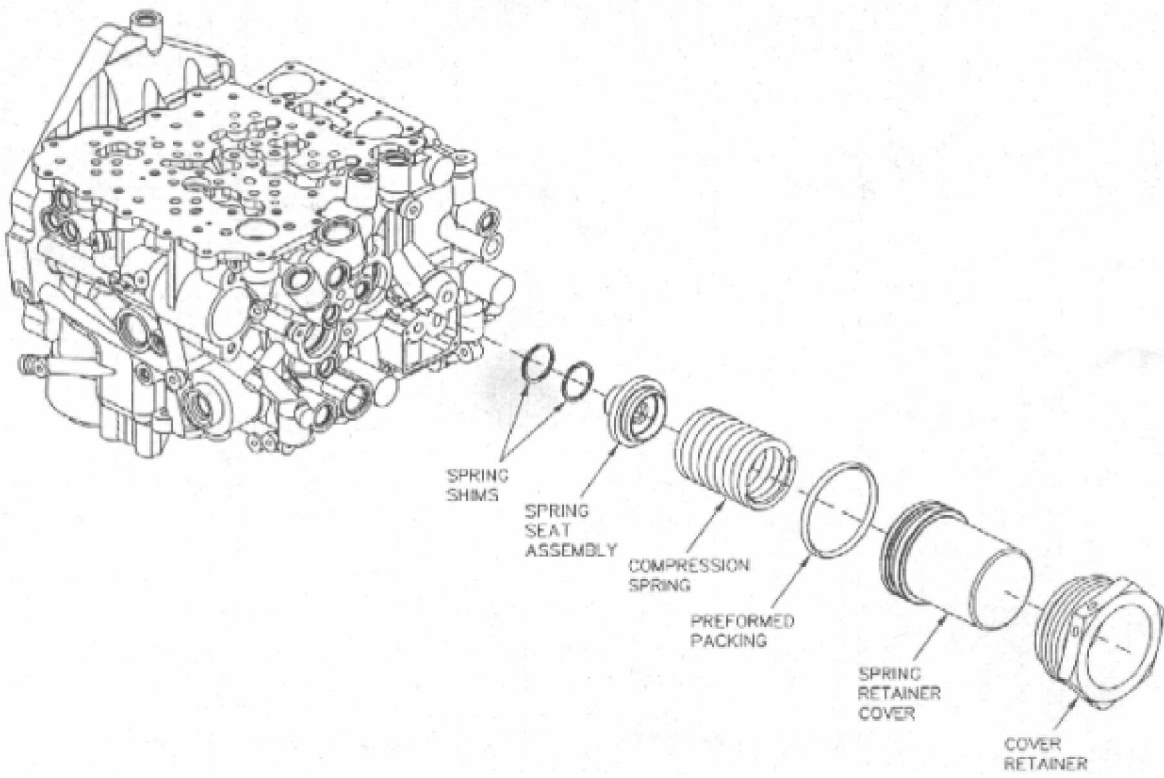


Figure (IV.42): désassemblage du Pcr régulateur

IV.13.TEST DE LA PRESSURIZING VALVE

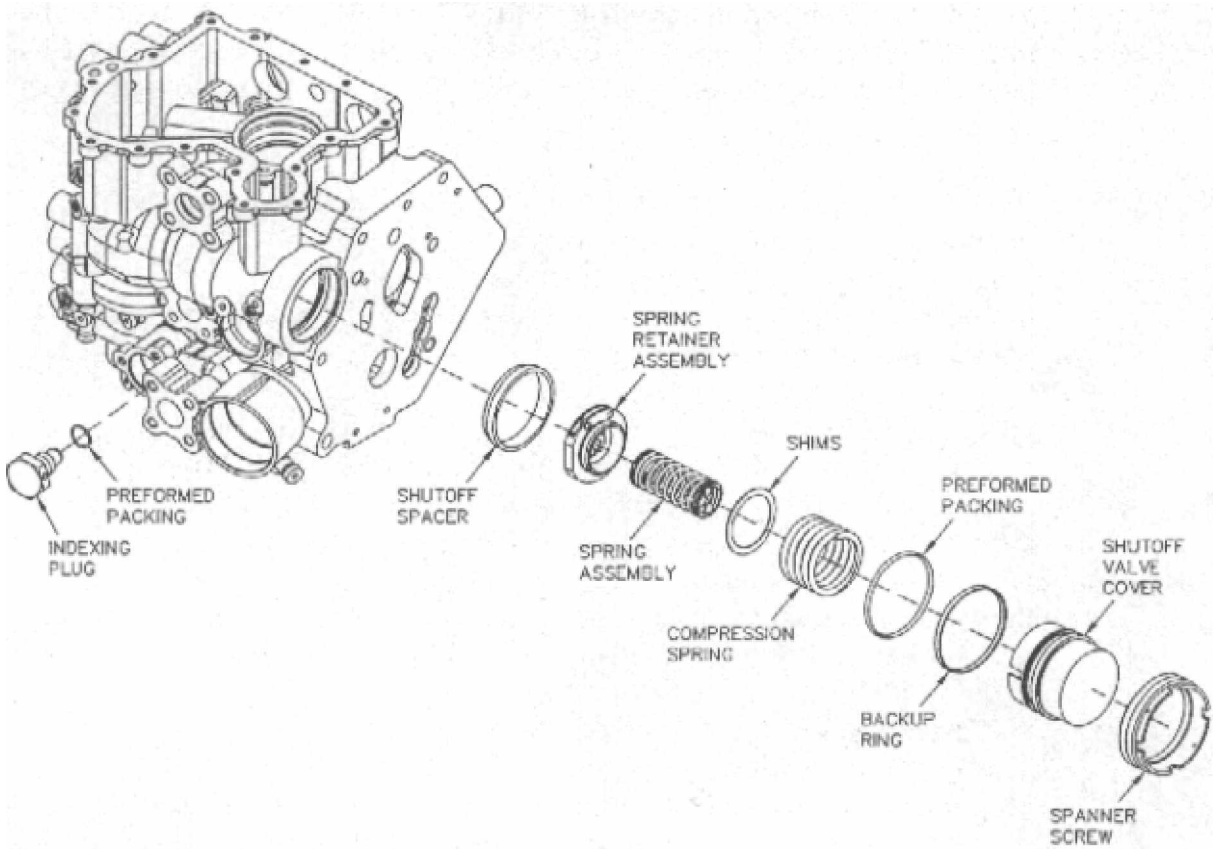


Figure (IV.43): désassemblage du Ps regulateur

CONCLUSION

A l'issu de mon stage pratique qui s'est déroulé au niveau de la direction technique de la compagnie AIR ALGERIE, et avec la collaboration de mes promoteurs , je me suis intéressé a l'étude descriptive du système hydromécanique du moteur CFM56-7B ainsi que la maintenance de ce système .

Il faut noter que ce modeste travail ma permis de bien connaître les composant et les caractéristiques de moteur CFM56-7B ainsi de mieux comprendre le fonctionnement de l'unité hydromécanique et la philosophie de sa maintenance.

Malgré quelques difficultés et les moyens qui sont estimés limites, mes efforts ont été déplorés à l'élaboration d'un mémoire fructueux avec l'aide et les précieux conseils de mes promoteurs

Je souhaite que nous sommes arrivés à enrichir par ce travail et apportera un plus au sein de notre département.

BIBLIOGRAPHIE

-1- CTC-216_ENGINE_SYSTEMS

-2- CTC-215_BASIC_ENGINE

-3- HONEYWELL COMPONENT MANUAL WITH IPL

HYDROMECHANICAL UNIT, PN442124

**-4- DICTIONNAIRE THECHNIQUE D'AERONAUTIQUE
(ENGLISH-FRENCH)**