

004 001/2001
République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique



Université de Blida
Institut d'Aéronautique

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES
Pour L'obtention du diplôme de Technicien Supérieur en Aéronautique
Spécialité Propulsion

THEME :

**ETUDE DESCRIPTIVE DE L'APU 131-9B
EQUIPANT LE BOEING 737-800 NG**



Promoteur :
Mr BENOMAR ABDELKADER
Copromoteur :
Mr BEN TRAD HOCINE

Elaboré par :
Melle BAALI-CHERIF MOUNIA

Session 2000-2001

REMERCIEMENTS

Je remercie tous ceux qui ont apporté leur contribution à la réalisation de ce mémoire de fin d'études et précisément mon promoteur Mr BENOMAR qui à su me diriger avec ses judicieux conseils et son soutien moral.

Je remercie aussi mon copromoteur Mr BENTARAD sans oublier le personnel de AIR ALGERIE ainsi que Mme KETIR et Melle CHETTOUF.

En fin à tous mes amis si nombreux pour leur soutient moral.

A L'HONORABLE JURY

Que Monsieur le Président et Messieurs les membres du jury, qui me font l'honneur et m'apportent le complément à mon modeste travail et trouvent ici l'expression de ma gratitude et l'assurance de ma haute considération.

DEDICACE

Je dédie ce modeste travail à la plus merveilleuse des mamans qui a toujours su être présente, m'a supporté, conseillé et dirigé. Je t'aime maman et je ne te remercierai jamais assez que Dieu te garde pour nous.

Je le dédie également :

*A mon père
Mes sœurs Hind, Wassila et mon petit frère Billel ainsi qu'à mon petit-neveu Ryan.*

*Ma grand-mère que j'aime très fort
Ainsi qu'à mes amis : Mourad, Hani, Mehdi, Assia, Younes.*

LORSQUE LE CHEMIN EST
DIFFICILE, LA DIFFICULTE
DEVIENT LE CHEMIN

SOMMAIRE

INTRODUCTION

CHAPITRE 1 : DESCRIPTION GENERALE

I.1/ GENERALITES.....	3
I.1.1/ INSTALLATION	
I.2/ SYSTEME D'ENTREE D'AIR	8
I.1.2/ FONCTIONNEMENT	
I.3/ SECTION DE PUISSANCE	11
I.4/ COMPRESSEUR DE PRELEVEMENT DE CHARGE.....	11
I.5/ BOITE D'ENTRAINEMENT D'ACCESSOIRES.....	12
I.6/ SYSTEME DE DRAINAGE	12
I.7/ ECHAPPEMENT	14
I.8/ CARACTERISTIQUES	14
I.8.1/ PERFORMANCES	
I.8.2/ LIMITATIONS	
I.8.3/ PRESSION DE SOUTIRAGE	
I.9/ COMMANDES ET INDICATIONS	17
I.9.1/ COCKPIT	
I.9.2/ SUR LE PANNEAU P28	
I.9.3/ DANS LA SOUTE ELECTRONIQUE	
I.9.4/ DANS LA SOUTE CARGO ARRIERE	

CHAPITRE 2 : LES DIFFERENTS CIRCUITS APU

II.1/ CIRCUIT DE GRAISSAGE	23
II.1.1/ GENERALITES	
II.1.2/ LES DIFFERENTS COMPOSANTS	
II.1.3/ FONCTIONNEMENT	
II.2/ CIRCUIT CARBURANT	30
II.2.1/ ROLE	
II.2.2/ LES DIFFERENTS COMPOSANTS	
II.2.3/ FONCTIONNEMENT	
II.3./ CIRCUIT DE DEMMARRAGE ET D'ALLUMAGE.....	38
II.3.1/ ROLE	
II.3.2/ LES DIFFERENTS COMPOSANTS	
II.3.3/ SEQUENCE DE DEMARRAGE	
II.3.4/ SEQUENCE D 'ARRET NORMAL	
II.4/ CIRCUIT D 'AIR.....	47
II.4.1/ ROLE	
II.4.2/LES DIFFERENTS COMPOSANTS	
II.5./ L 'UNITE DE CONTROLE ELECTRONIQUE (ECU).....	56
II.5.1/ ROLE	
II.5.2/ ALIMENTATION DE (ECU)	
II.5.3/ ARRETS DE L 'APU	
II.6/ SYSTEME D 'INDICATION.....	66
II.6.1/ LES DIFFERENTS COMPOSANTS	

CHAPITRE III : SERVITUDES ALIMENTEES PAR L'APU

III.1/ SERVITUDE ELECTRIQUE	72
III.2/ SERVITUDE PNEUMATIQUE.....	76

CHAPITRE IV : MAINTENACE

IV.1/ ENTRETIEN EN LIGNE.....	87
IV.1.1/ MODULE DE MEMOIRE	
IV.2/ ENTRETIEN EN ATELIER.....	93

CONCLUSION

GLOSSAIRE

BIBLIOGRAPHIE

INTRODUCTION :

Mon étude à porté sur la description de l'APU **131-9B** équipant l'avion **BOEING 737-800 NG**. Le plan de travail comporte quatre (04) chapitres :

CHAPITRE 1 :

Ce chapitre traite de la description de l'APU à savoir les différents modules et composants.

CHAPITRE 2 :

Ce chapitre traite des différents circuits de l'APU (graissage, carburant, démarrage allumage, circuit d'air, l'unité de contrôle électronique (ECU), et le système d'indication).

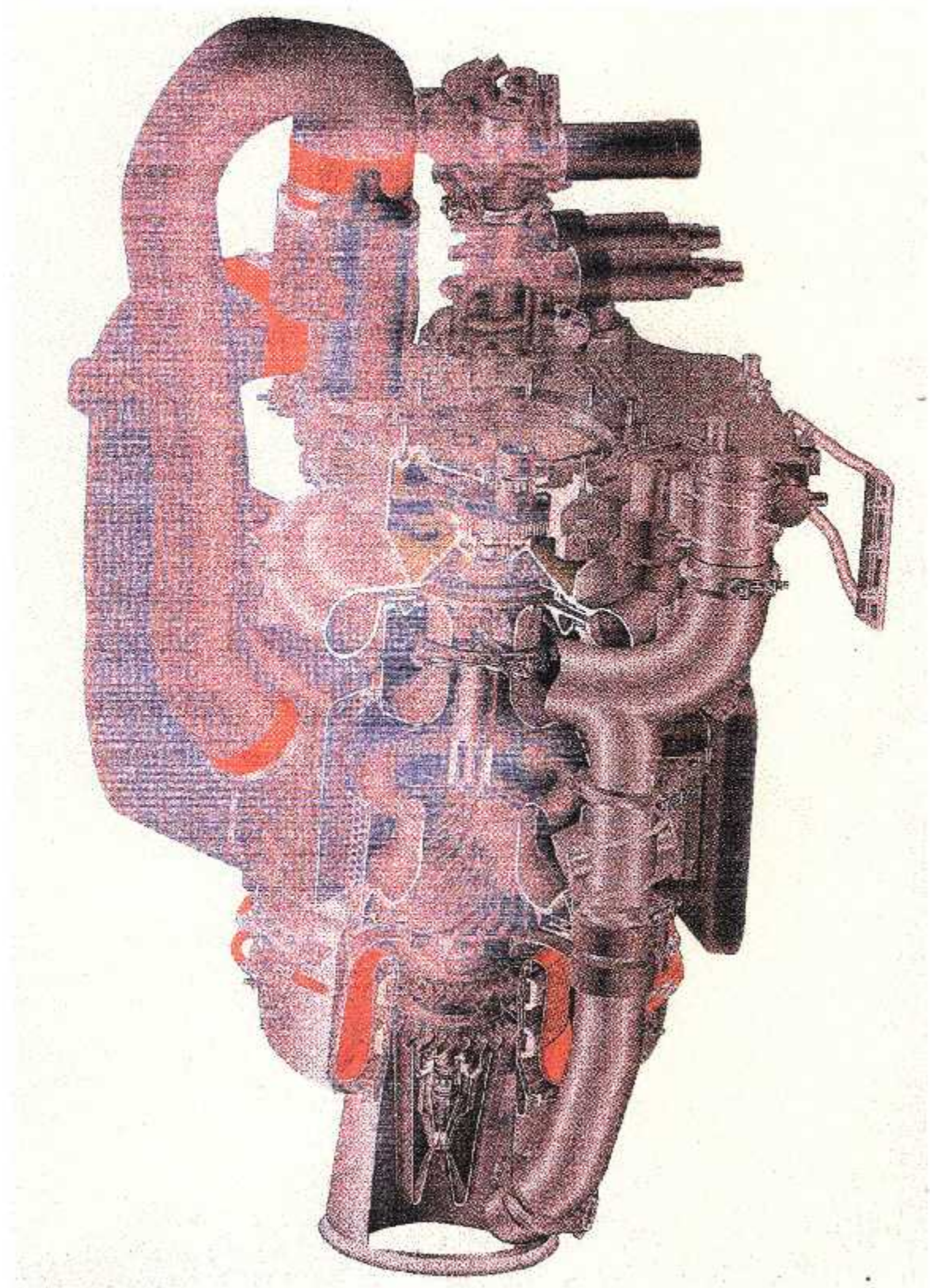
CHAPITRE 3 :

Ce chapitre traite les servitudes alimentées par l'APU.

CHAPITRE 4 :

Ce chapitre traite la maintenance de l'APU.

L'APU **131-9B** est un APU très récent **ALLIEDSIGNAL** le constructeur a amélioré les caractéristiques mécaniques, techniques et a aussi amélioré les performances.



CHAPITRE 1

I.1/ GENERALITES :

Le **BOIENG 737-800 NG** est équipé d'une turbine à gaz auxiliaire (**AUXILARY POWER UNIT**) destinée à fournir de l'air sous pression pour le conditionnement d'air et le démarrage des moteurs. De même une génératrice est prévue permettant de fournir de la puissance électrique (**115 VAC 400 HZ**). L'APU est du type **GTCP 131-9B**.

Son constructeur est **ALLIEDSIGNAL**.

GT	C	P	131	9B
Gaz Turbine Engine (Turbine à gaz)	Compressor Compresseur Possibilité de soutirage d'air sous- pression	Power puissance Possibilité D'obtenir de la puissance sur l'arbre	Classe ayant Approximativement Les même dimensions composants	Configuration Spécifique (BOING_737-800 NG)

L'APU est utilisable tant au sol et en vol.

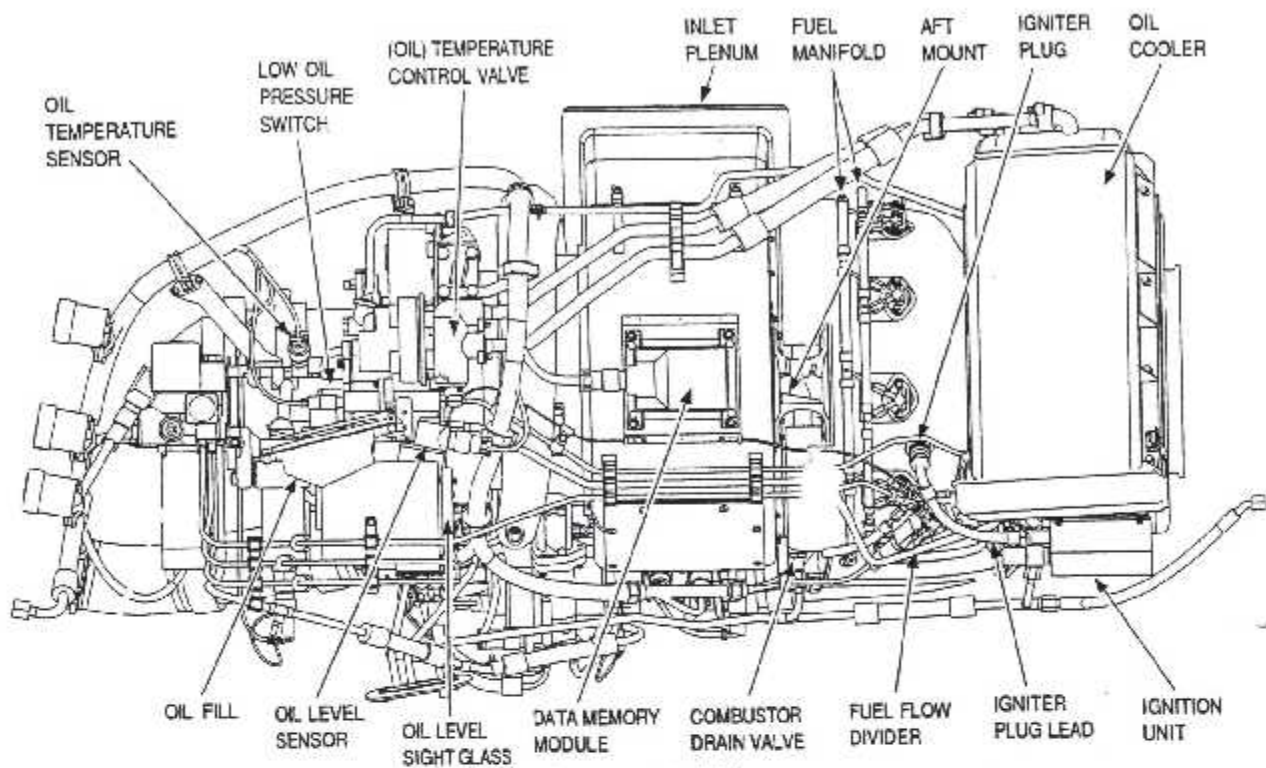
Il est logé dans le cône de queue, en dessous du stabilisateur vertical.

Il est constitué de trois (03) modules :

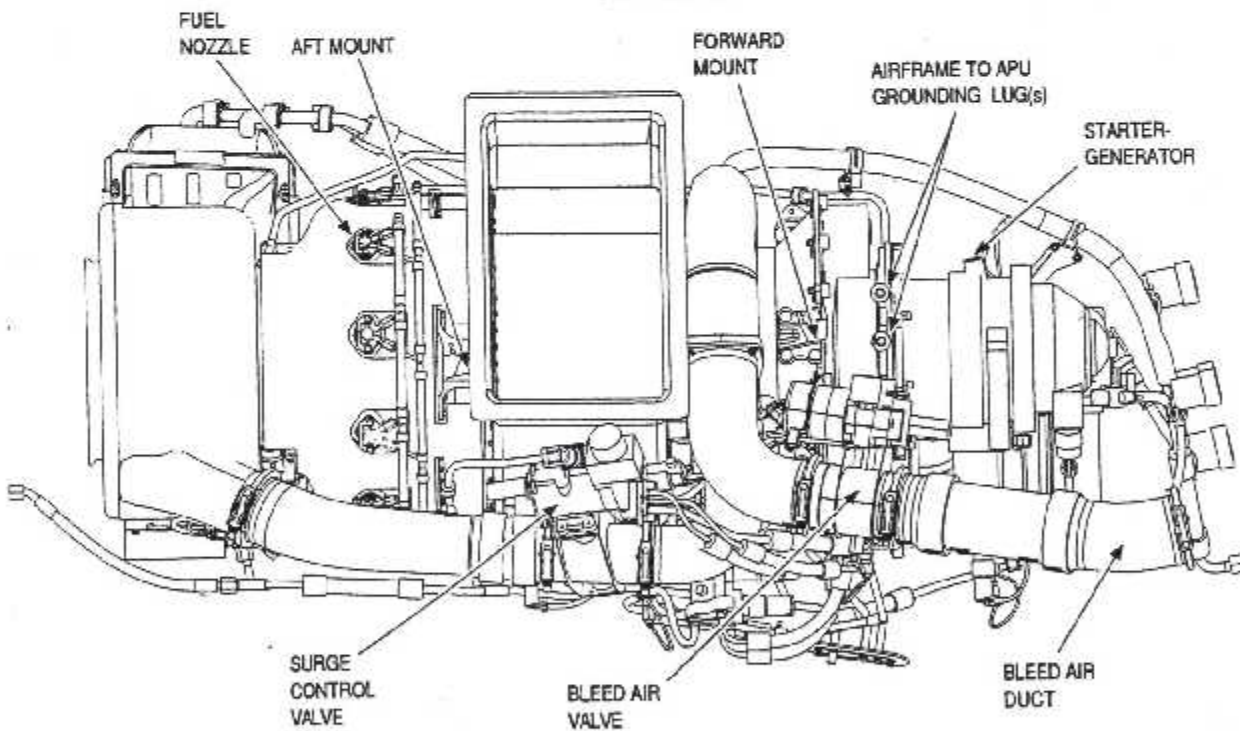
- La section de puissance
- Le compresseur de prélèvement de charge
- La boîte d'entraînement des accessoires

L'APU est équipé des systèmes suivants :

- Système d'entrée d'air
- Système d'allumage et de démarrage
- Système de lubrification
- Système d'air
- Système d'échappement
- Système de commande électronique
- Système de contrôle
- Système d'indication

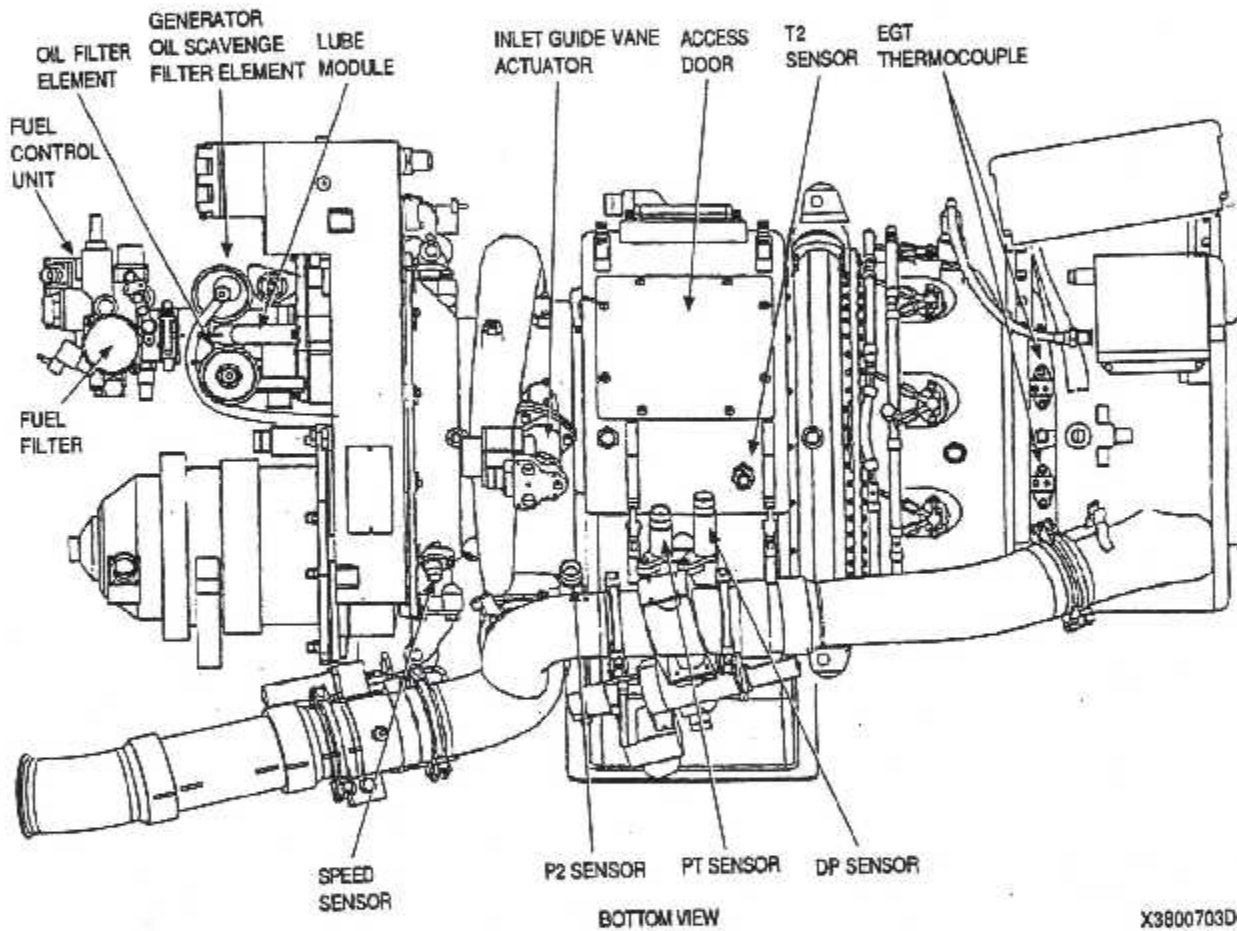


LEFT - SIDE VIEW

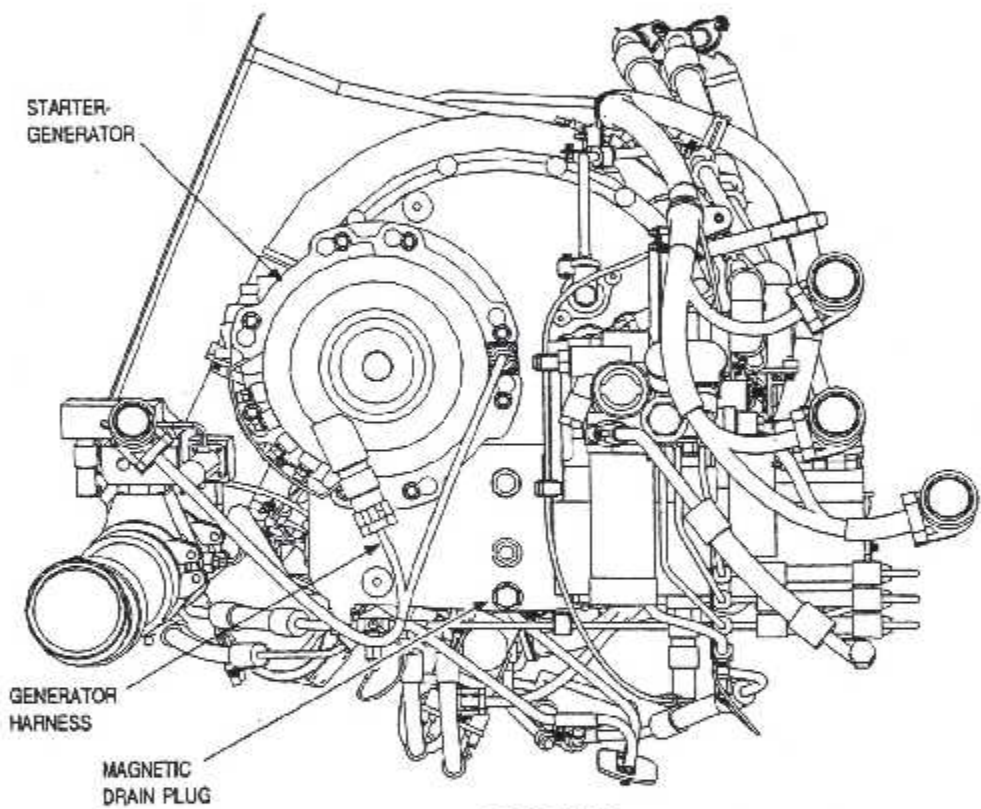


RIGHT - SIDE VIEW

PRESENTATION DE L'APU



X3800703DO43



FRONT VIEW

X3800703D042

VUE DE FACE

I.1.1/ INSTALLATION :

L'APU est installé dans le cône de queue à la section 48 du fuselage, l'accès au compartiment de l'APU est possible via deux portes s'ouvrant vers l'extérieur.

L'APU est suspendu par quatre (04) points d'attache, deux points d'attache avant (gauche et droit) deux points d'attache arrière (gauche et droit) le point d'attache avant gauche n'est pas équipé d'attache d'amortisseur de vibration par contre les points d'attache avant droit, arrière droit et arrière gauche sont munis d'amortisseur de vibration pour éviter que les vibrations APU aillent vers la structure.

Le compartiment de l'APU est une zone à risque d'incendie il est équipé :

- D'une cloison pare feu résistant à l'incendie
- D'un système de détection incendie

Le compartiment de l'APU est une zone non pressurisée

I.2/ SYSTEME D'ENTREE D'AIR :

Le rôle de l'entrée d'air est d'amener l'air vers la section de puissance et vers le compresseur de prélèvement de charge.

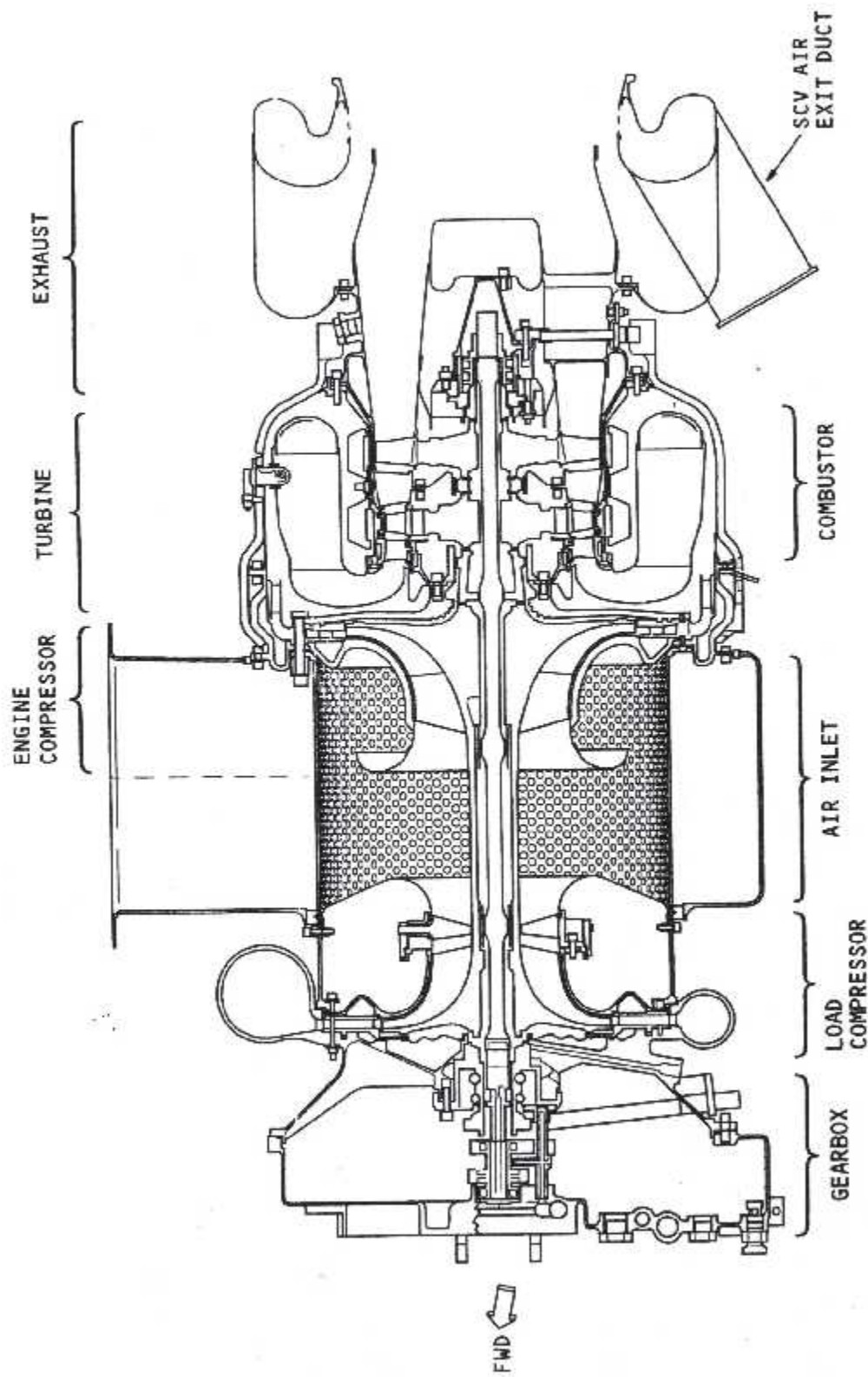
Le système d'entrée d'air comprend :

- Un (01) volet d'entrée d'air
- Un (01) générateur de tourbillons
- Un (01) vérin électrique du volet d'entrée d'air
- Un (01) switch du volet d'entrée d'air
- Un (01) diffuseur
- Un (01) chambre de tranquillisation

Le volet d'entrée d'air est localisé à l'arrière du fuselage côté droit au tour de l'entrée d'air est installé un (01) filtre en treillis métallique qui empêche l'ingestion des corps étrangers par les compresseurs.

Un (01) vérin commandé par un moteur électrique permet l'ouverture et la fermeture du volet d'entrée d'air. Ce vérin est commandé par l'unité de contrôle électronique (ECU).

Le switch du volet d'entrée d'air envoie un signal d'ouverture ou de fermeture à l'unité de contrôle électronique (ECU).



DIFFERENTS MODULES

1.1.2/ FONCTIONNEMENT :

Quand on met le switch principal APU sur position **START** ce signal va vers l'unité de contrôle électronique (ECU), le switch revient vers la position **ON**, l'unité de contrôle électronique (ECU) ouvre la vanne carburant quand cette dernière est ouverte son switch de fin de cours ouvre la porte d'entrée d'air lorsque le volet d'entrée d'air est complètement ouvert le switch du volet d'entrée d'air envoie un signal de pleine ouverture vers l'unité de contrôle électronique (ECU) quand on met le switch principal sur position **OFF** l'unité de contrôle électronique (ECU) ferme la vanne carburant quand cette dernière est fermée, son switch de fin de cours ferme le volet d'entrée d'air lorsque le volet d'entrée d'air est complètement fermé le signal de pleine fermeture est envoyé vers l'unité de contrôle électronique (ECU).

1.3/ SECTION DE PUISSANCE :

La section de puissance est composée :

- D'une (01) compresseur centrifuge à un étage
- D'une (01) chambre de combustion annulaire
- De deux (02) étages turbine

1.4/ COMPRESSEUR DE PRELEVEMENT DE CHARGE :

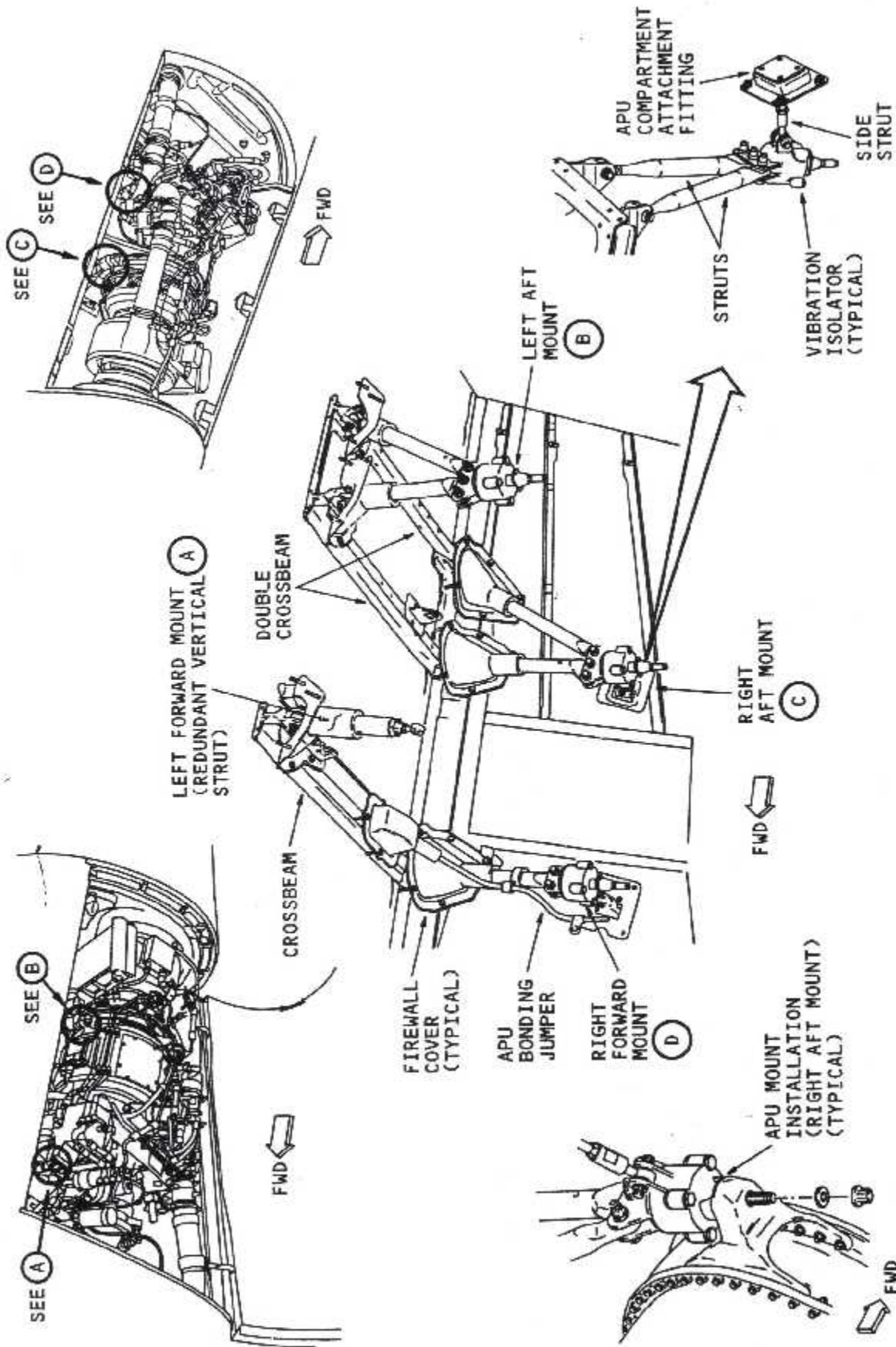
Le compresseur de prélèvement de charge est monté sur la section de puissance. Il est constitué d'un (01) étage compresseur centrifuge et de seize (16) aubes mobiles régulatrices de débit d'air (IGV).

L'axe du compresseur de prélèvement de charge est accouplé à l'axe de la section de puissance par un arbre de connexion cannelé.

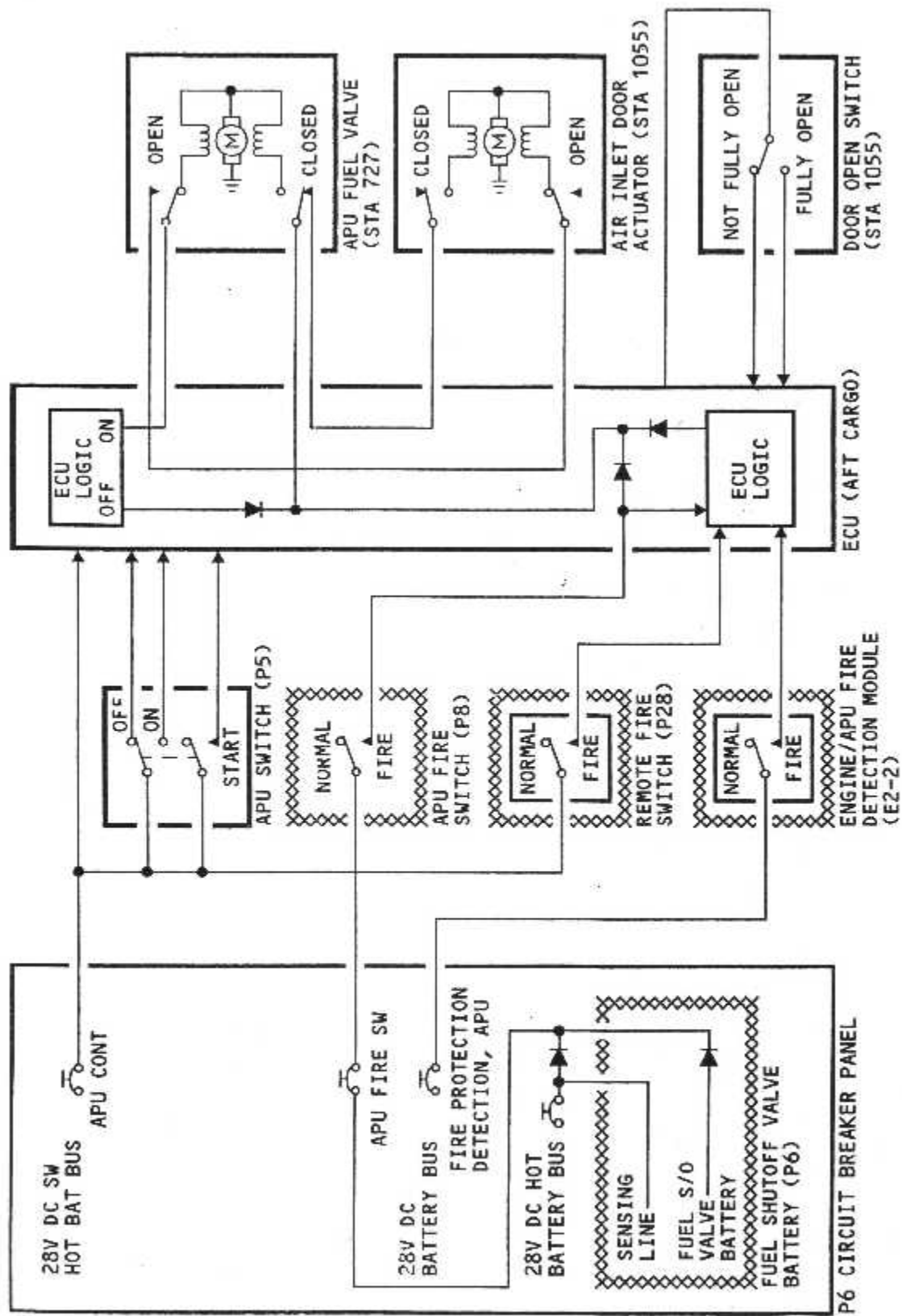
Les aubes mobiles régulatrices de débit d'air sont placées à l'entrée du compresseur de prélèvement de charge permettant la régulation du débit d'air fournit par le compresseur de charge. Les aubes sont réparties uniformément sur la circonférence.

Les aubes sont faites en deux (02) parties, une partie fixe et une partie mobile, la partie mobile peut pivoter jusqu'à **115°**.

- A **15°** les aubes sont fermées
- A **115°** les aubes sont ouvertes



POINTS D'ATTACHES



CIRCUIT ELECTRIQUE DU VOILET D'ENTREE D'AIR

Les aubes mobiles régulatrices de débit d'air sont conçues de s'arrêter à la position 15° pour ne pas se fermer complètement afin de refroidir le compresseur de prélèvement de charge.

Elles sont commandées par un vérin, ce vérin est localisé sur le côté droit du compresseur. Le vérin des aubes mobiles régulatrices de débit d'air (IGV) est un vérin électrohydraulique qui utilise la pression carburant en provenance du régulateur carburant, il est commandé électriquement par l'unité de contrôle électronique (ECU).

1.5/ BOITE D'ENTRAÎNEMENT D'ACCESSOIRES :

En plus du compresseur de prélèvement de charge, la turbine entraîne les accessoires montés sur la boîte d'entraînement des accessoires.

- Le démarreur /Alternateur
- Les pompes de pression d'huile
- Les pompes de récupération d'huile
- La pompe carburant et le régulateur carburant
- Les pompes de récupération d'huile du démarreur /Alternateur

La boîte d'entraînement des accessoires porte :

- Le filtre d'huile
- Le filtre carburant
- Le filtre de récupération d'huile démarreur/Alternateur

1.6/ SYSTEME DE DRAINAGE :

L'APU est équipé d'un système de drainage pour évacuer la ou cela s'avère nécessaire (l'huile, le carburant, l'eau) afin d'empêcher ainsi une accumulation possible de matière dangereuse.

Le système de drainage est constitué entièrement de composants ignifuges. Les lignes de drainage évacuent les liquides vers un réservoir de drainage.

Les liquides récoltés dans le réservoir de drainage sont aspirés par une conduite qui débouche dans un mat de drainage situé sur le capot de l'APU, ces liquides sont évacués à l'extérieur.

Le système de drainage comprend :

- Un (01) collecteur de drainage avant
- Un (01) collecteur de drainage central
- Un (01) collecteur de drainage arrière

Le collecteur de drainage avant récolte les fuites carburant en provenance :

- Du régulateur carburant
- De la vanne de décharge
- Du vérin des aubes mobiles régulatrice du débit d'air (IGV)

Le collecteur de drainage central récolte les fuites d'huile des compresseurs de prélèvement de charge

Le collecteur de drainage arrière récolte les fuites carburant du carter, chambre de combustion, de l'eau au niveau de l'échappement et du silencieux

I.7/ ECHAPPEMENT :

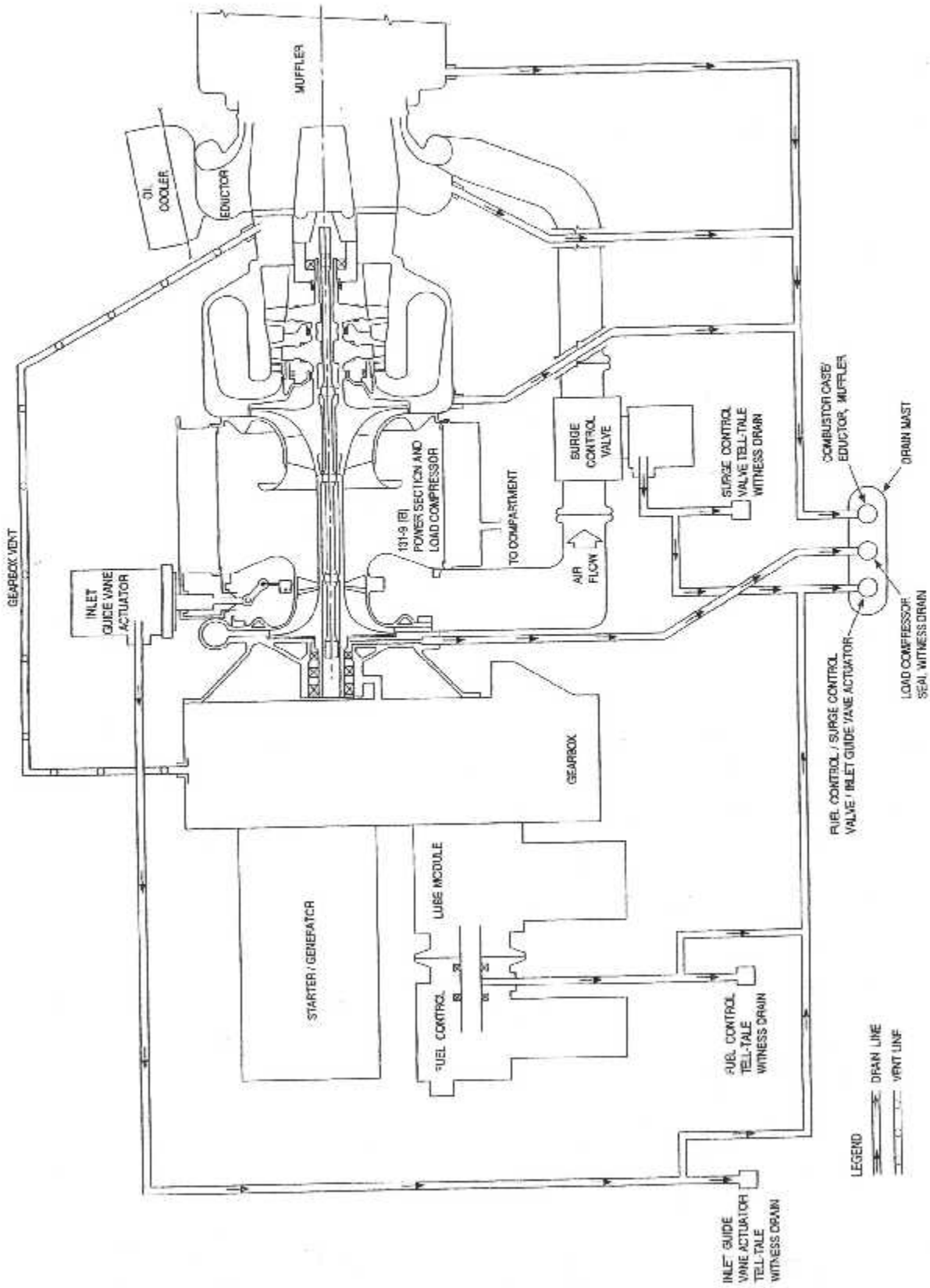
La conduit d'échappement refoule les gaz d'échappement de l'APU vers l'extérieur. Il protège le compartiment APU de l'usure due aux températures élevées et réduit le bruit.

I.8/ CARACTERISTIQUES :

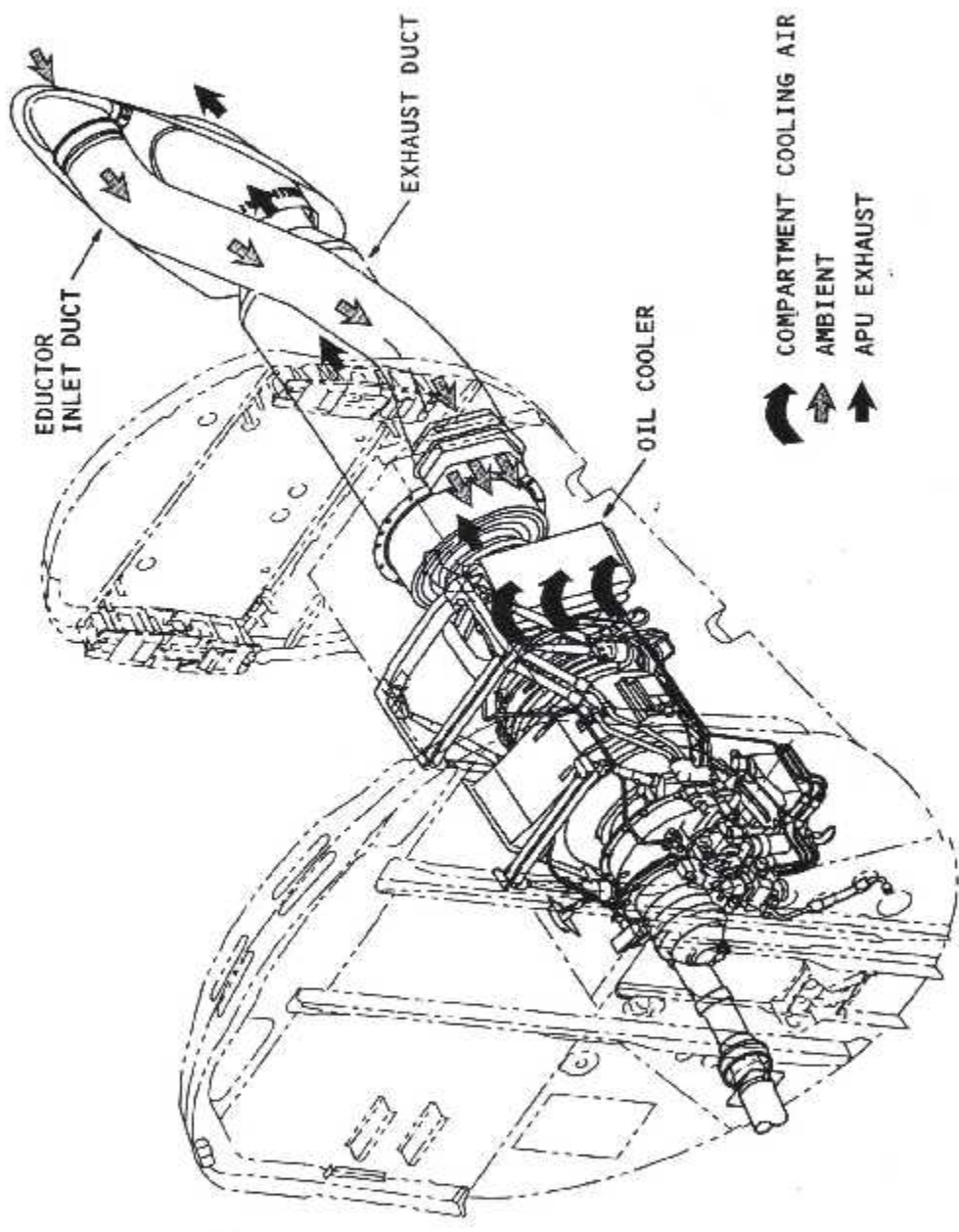
Longueur = *1,44 m* .
Largeur = *0,87 m* .
Hauteur = *0,75 m* .
Poids total = **180,62 Kg** .
Poids sec = *177 kg* .

1.8.1/ Performances :

Vitesse de rotation = **48 800 RPM = 100 %**
Survitesse = **51728 RPM = 106 %**
EGT Maximum = **577°C** (niveau de la mer , **15°C**)
Consommation maximum d'huile = **8 cm³/heure**
Soutirage d'air = **160 livres/heure** à **60 PSIA** (niveau de la mer , **15°C**)
Charge électrique = **90 KVA**.

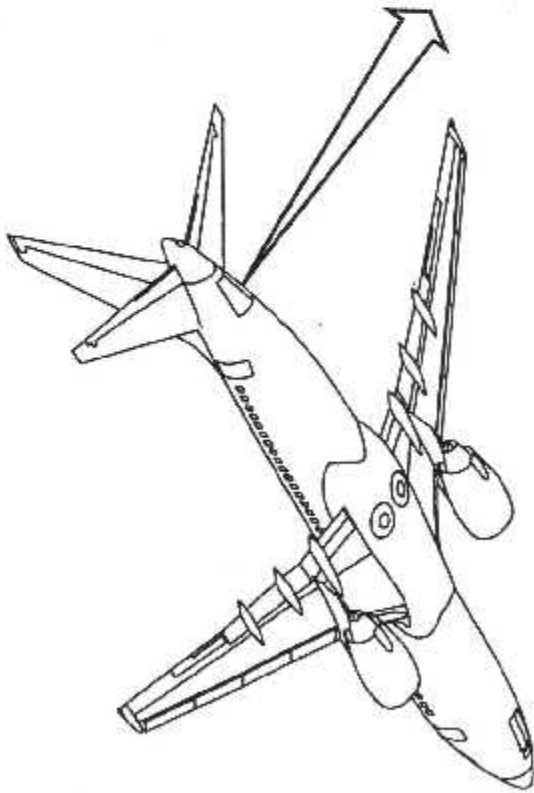


CIRCUIT DE DRAINAGE



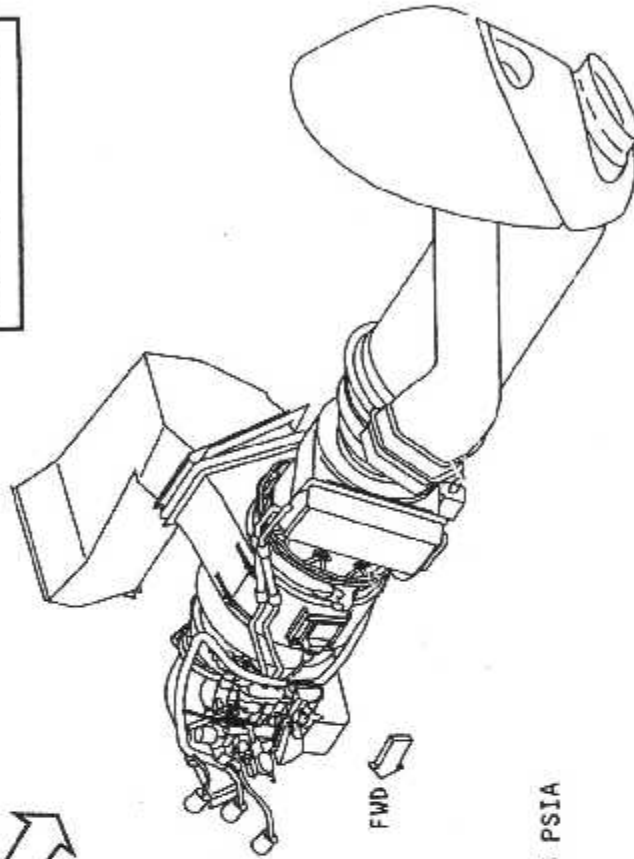
APU COMPARTMENT

ECHAPPEMENT



PNEUMATIC POWER
(<17,000 FT)

ELECTRICAL POWER
(90 KVA <32,000 FT)
(66 KVA <41,000 FT)



DIMENSIONS

- LENGTH 56.76 IN (144 CM)
- WIDTH 34.33 IN (87 CM)
- HEIGHT 29.55 IN (75 CM)

DRY WEIGHT APPROX 390 LBS (177 KG)

(DOES NOT INCLUDE APU FLUIDS)

OPERATING LIMITS

- BLEED LOAD (SEA LEVEL, 60F) 160 PPM AT 60 PSIA
- ELECTRICAL LOAD (SEA LEVEL, 60F) 90 KVA

ENGINE SPEED

- NORMAL RATED SPEED 48,800 RPM = 100%
- OVERSPEED 51,728 RPM = 106%

CARACTERISTIQUES

1.8.2/ Limitations :

Energie électrique disponible du sol **jusqu'à 12 500 m** d'altitude.

Du sol jusqu'à **9 754 m** \Rightarrow **90 KVA**

De **9 754 m** jusqu'à **12 500 m** \Rightarrow **66 KVA**

Energie pneumatique disponible du sol jusqu'à **5 183 m**.

1.8.3/ Pression de soutirage :

$T^{\circ} = 15^{\circ} C$ du niveau de la mer

160 livres / heure, 60 PSI A

Possibilité de démarrer l'APU du sol jusqu'à **12 500 m**.

1.9/ COMMANDES ET INDICATIONS :

Les panneaux de commande, instruments, voyants et composants de l'APU - se situent aux endroits suivants :

1.9.1/ Cockpit :

A/ Sur le panneau supérieur P5 :

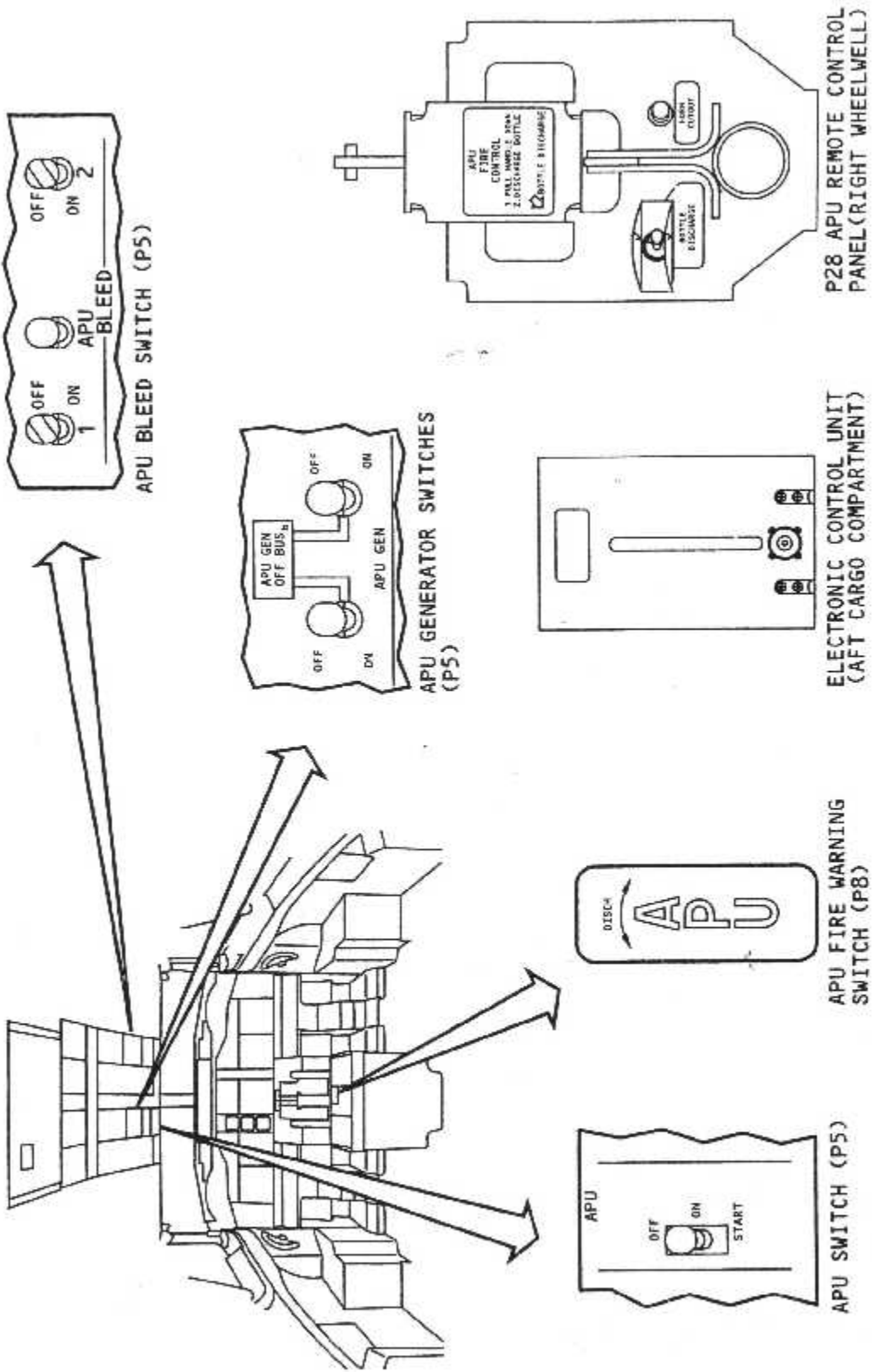
- Un (01) switch principal de commande à trois (03) positions : **OFF - ON START.**
- Un (01) switch batterie
- Un (01) indicateur EGT
- Quatre (04) étiquettes :
 - Maint
 - Baisse de pression d'huile
 - Fault (faute)
 - Survitesse
- Voyant alternateur APU déconnecté
- Un (01) switch de soutirage d'air à deux (02) positions **ON - OFF**

B/ Sur le panneau P8 :

On trouve le module de détection incendie.

C/ Sur le panneau P9 :

On trouve l'écran d'affichage (CDU)



COMMANDES ET CONTROLES

1.9.2/ Sur le panneau P28 :

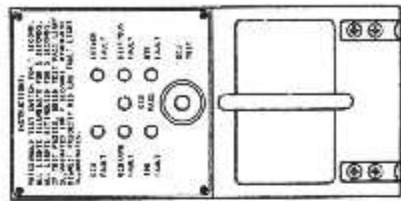
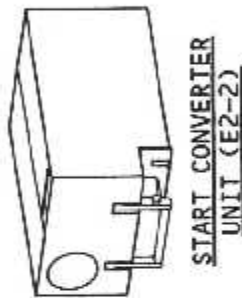
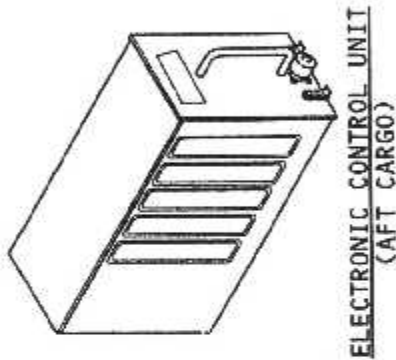
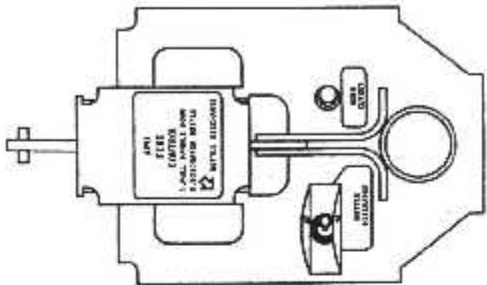
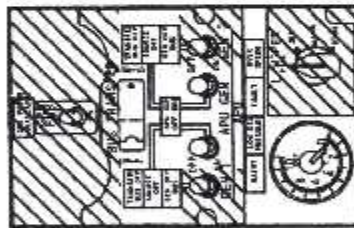
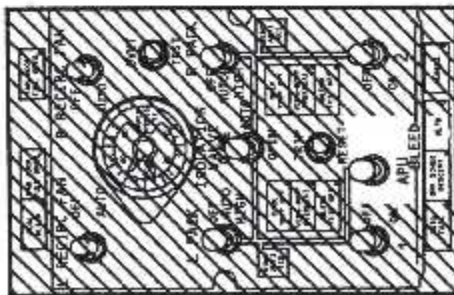
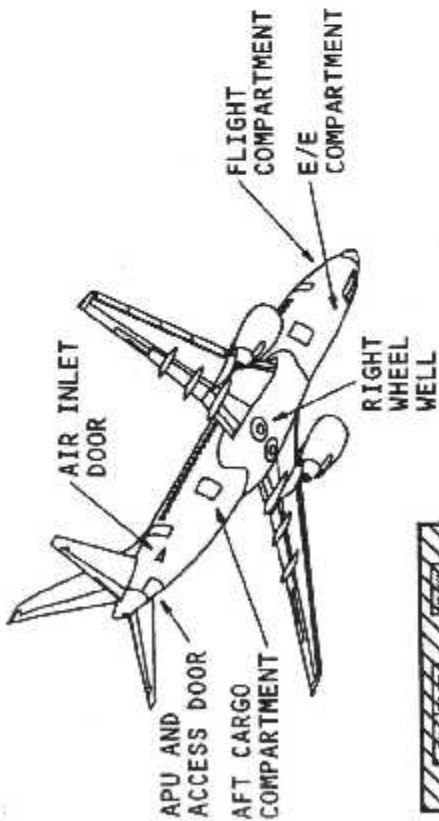
Il est situé dans le logement train principal droit on trouve le module de détection incendie.

1.9.3/ Dans la soute électronique on trouve :

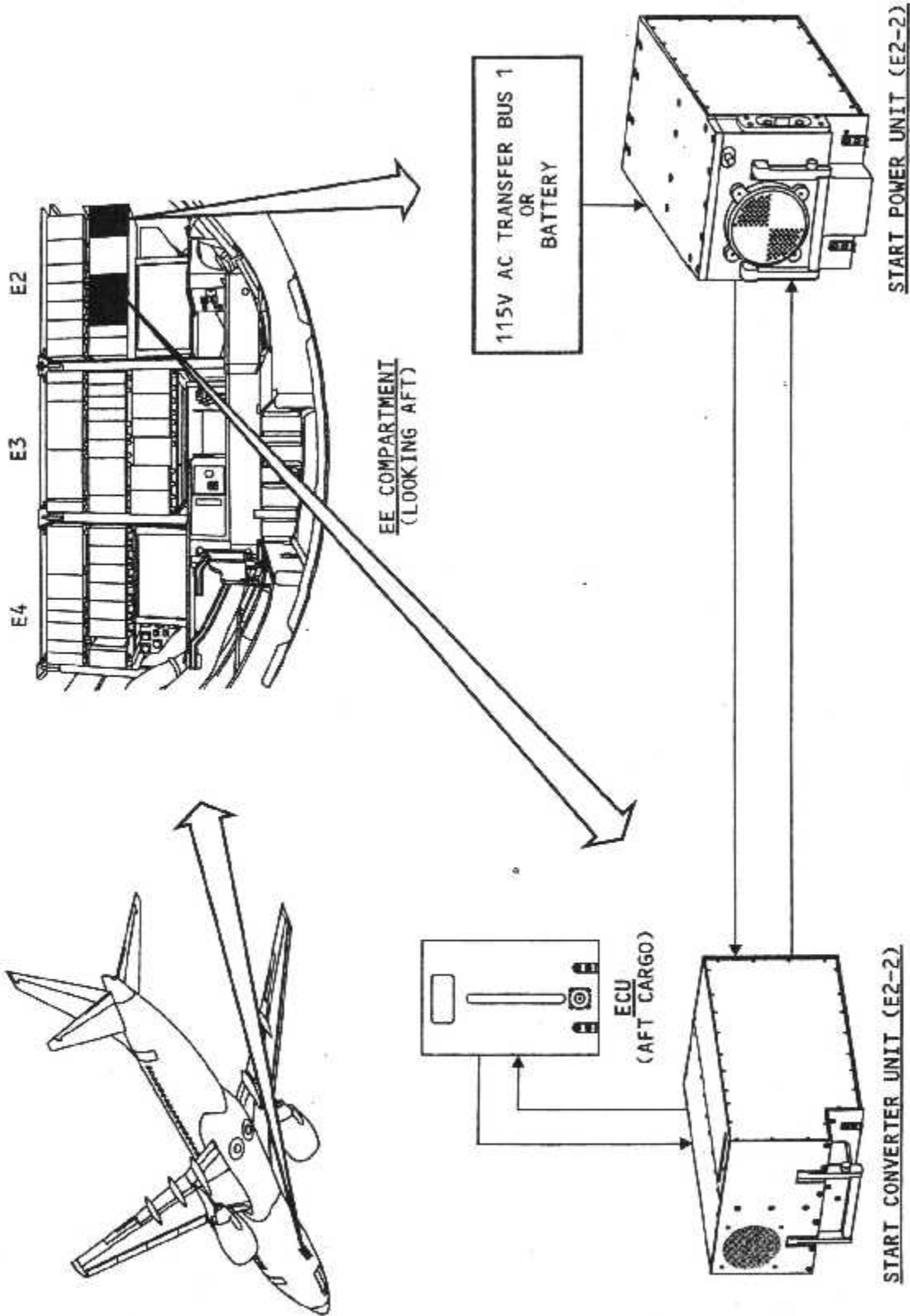
- CONTROLEUR DE DEMARRAGE = START POWER UNIT (SPU)
- CONVERTISSEUR DE DEMARRAGE = START CONVERTER UNIT (SCU)
- CONTROLEUR ALTERNATEUR APU = APU GENERATOR
- ✳ CONTROL UNIT (AGCU)

1.9.4/ Dans la soute cargo arrière on trouve :

- L'unité de contrôle électrique (ECU).



LOCALISATION DES COMPOSANTS



19-10-00-002 Rev 2 07/21/1997

DESCRIPTION DU SPU ET DU SCU

CHAPITRE 2

CHAPITRE 2

II.1/ CIRCUIT DE GRAISSAGE :

II.1.1/ GENERALITES :

Le circuit de graissage fournit de l'huile pour la lubrification, le refroidissement et le nettoyage des roulements, de la boîte d'entraînement des accessoires et du démarreur / alternateur.

II.1.2/ LES DIFFERENTS COMPOSANTS :

Le circuit de graissage comprend :

- Une (01) boîte d'entraînement des accessoires qui fait office de réservoir
- Un (01) séparateur air / huile à l'intérieur du réservoir
- Un (01) bouchon de remplissage par gravité
- Un (01) bouchon de remplissage par pression
- Un (01) bouchon de trop plein
- Une (01) fenêtre indicatrice de niveau
- Un (01) transmetteur de quantité d'huile
- Un (01) bouchon magnétique
- Trois (03) pompes de pression d'huile
- Quatre (04) pompes de récupération d'huile
- Un (01) filtre de pression d'huile équipée de by-pass et d'un indicateur de Colmatage
- Un (01) filtre de démarreur / alternateur équipé de by-pass et d'un switch de Pression différentielle
- Un (01) régulateur de pression d'huile
- Un (01) switch de baisse de pression d'huile
- Une (01) sonde de température d'huile
- Une (01) vanne de contrôle de température
- Un (01) radiateur d'huile

A/ Régulateur de pression :

Il maintient la pression d'huile entre **60 et 74 PSI**.

B/ Clapet de surpression :

Il est taré à **200-280 PSI**. Son rôle est de retourner l'huile vers le retour corps de pompe en cas de surpression afin d'éviter la détérioration des composants du circuit de graissage.

C/ La vanne de contrôle de température :

Elle contrôle le débit d'huile qui passe à travers le radiateur d'huile.

Quand la température d'huile est inférieure à **60 °C** la vanne de contrôle de température est complètement ouverte l'huile ne passe pas à travers le radiateur d'huile.

Quand la température d'huile est de **78 °C** ou plus la vanne de contrôle de température est complètement fermée l'huile passe à travers le radiateur d'huile.

Une pression différentielle de **50 PSIA** ouvre la vanne de contrôle de température en cas de colmatage du radiateur d'huile.

D/ By-pass filtre d'huile :

Le filtre d'huile est équipé d'un by-pass. Quand la pression différentielle du filtre d'huile est de **26 à 40 PSIA** l'indicateur de colmatage apparaît.

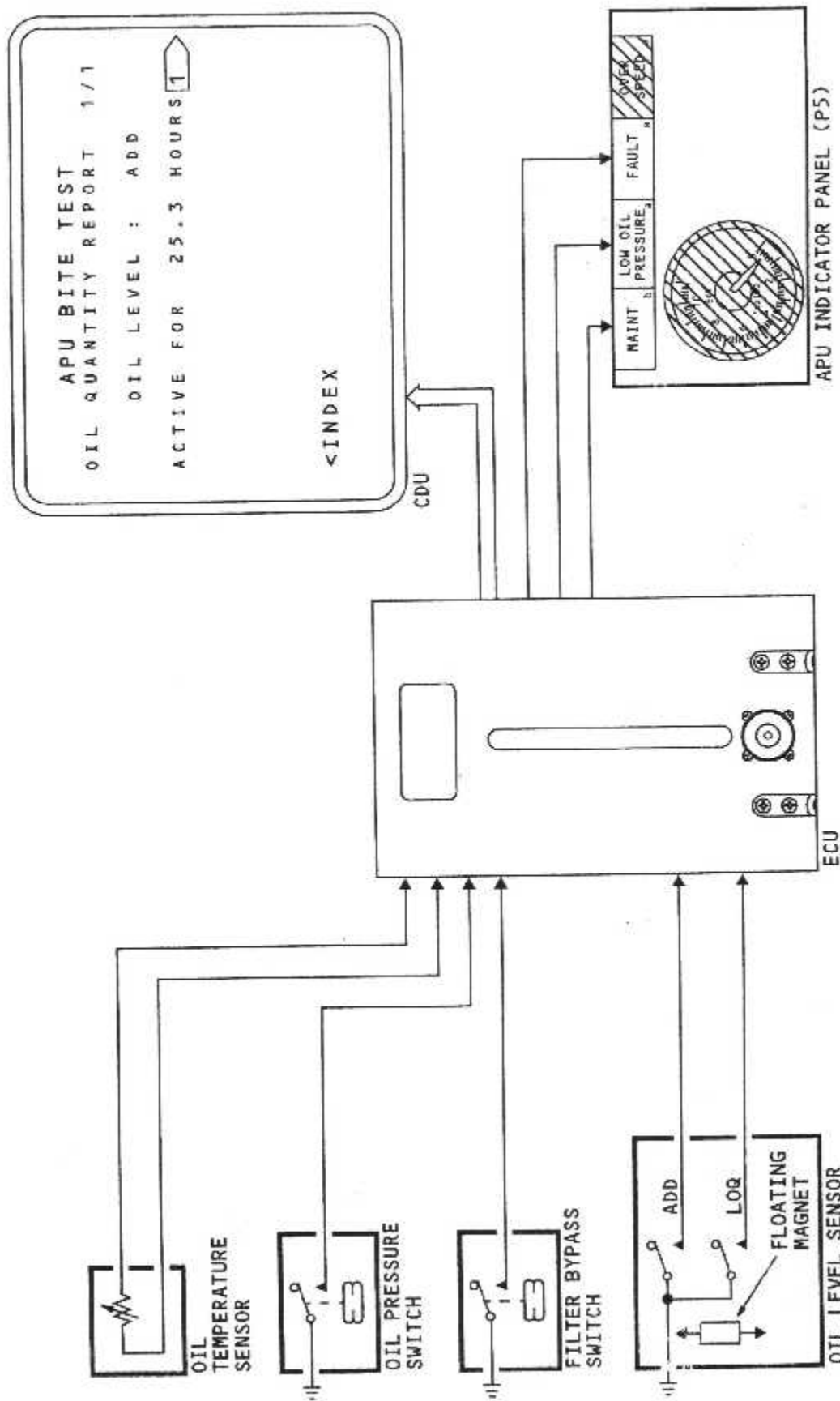
Si la pression différentielle est de **50 à 70 PSIA** le by-pass s'ouvre.

E/ Switch de pression différentielle et bypasse filtre alternateur :

L'alternateur APU est équipé d'un switch de pression différentielle.

Quand la pression différentielle est entre **30-40 PSIA** pendant **05 secondes**, le switch envoie un signal à l'unité de contrôle électronique (ECU) ce dernier arrête l'APU, si ces conditions existent :

- Pression différentielle élevée
- Température d'huile supérieure à **38 °C**
- Moteurs à l'arrêt pendant **90 secondes**
- Avion au sol



1 THIS MESSAGE IS NOT PRESENT IF THE OIL LEVEL SHOWS FULL.

SYSTEME D'INDICATION DU CIRCUIT DE GRAISSAGE

F/ Sonde de température :

La sonde de température d'huile envoie un signal vers l'unité de contrôle électronique (ECU), ce dernier arrête l'APU si :

RPM > 95% Température d'huile supérieure à ***143 °C***

G/ Radiateur d'huile :

Il est localisé sur le côté supérieur gauche de l'APU sur le carter turbine.

C'est un échangeur air/ huile. L'air de refroidissement d'huile provient de l'extérieure (air ambiant) à travers l'orifice de refroidissement. Par un phénomène de succion l'air est aspiré de l'extérieur passe à travers le radiateur d'huile puis est évacué à l'extérieure dans le conduit d'échappement. Le radiateur d'huile est équipé d'un by-pass taré à ***50 PSIA***.

H/ Bouchon magnétique :

Le bouchon magnétique de l'APU est localisé sur le côté avant bas de la boîte d'entraînement des accessoires. Il est composé de :

- Un (01) bouchon magnétique
- Un (01) drain
- Un (01) aimant
- Un (01) clapet anti-retour
- Un (01) ressort

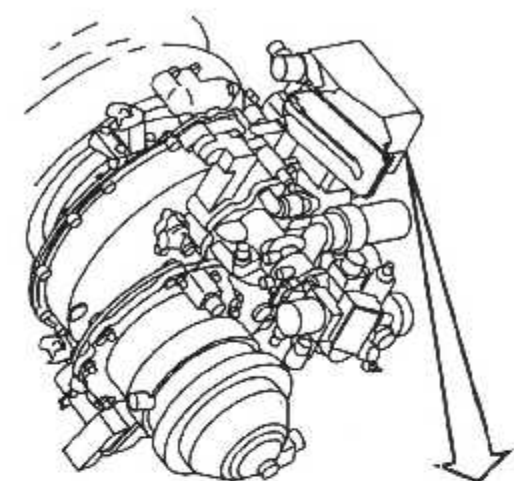
I/ Vérification du niveau d'huile :

La vérification du niveau d'huile se fait :

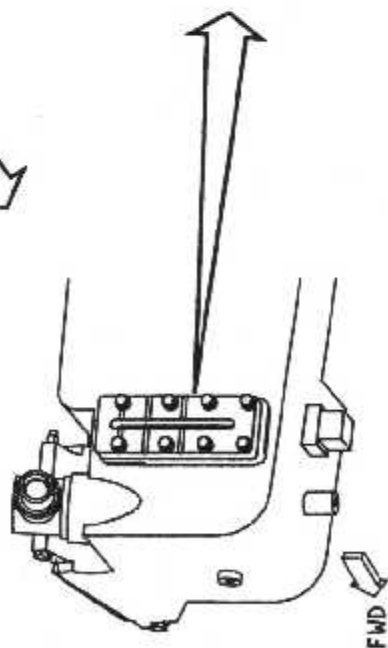
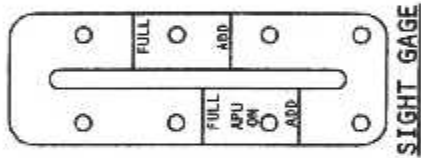
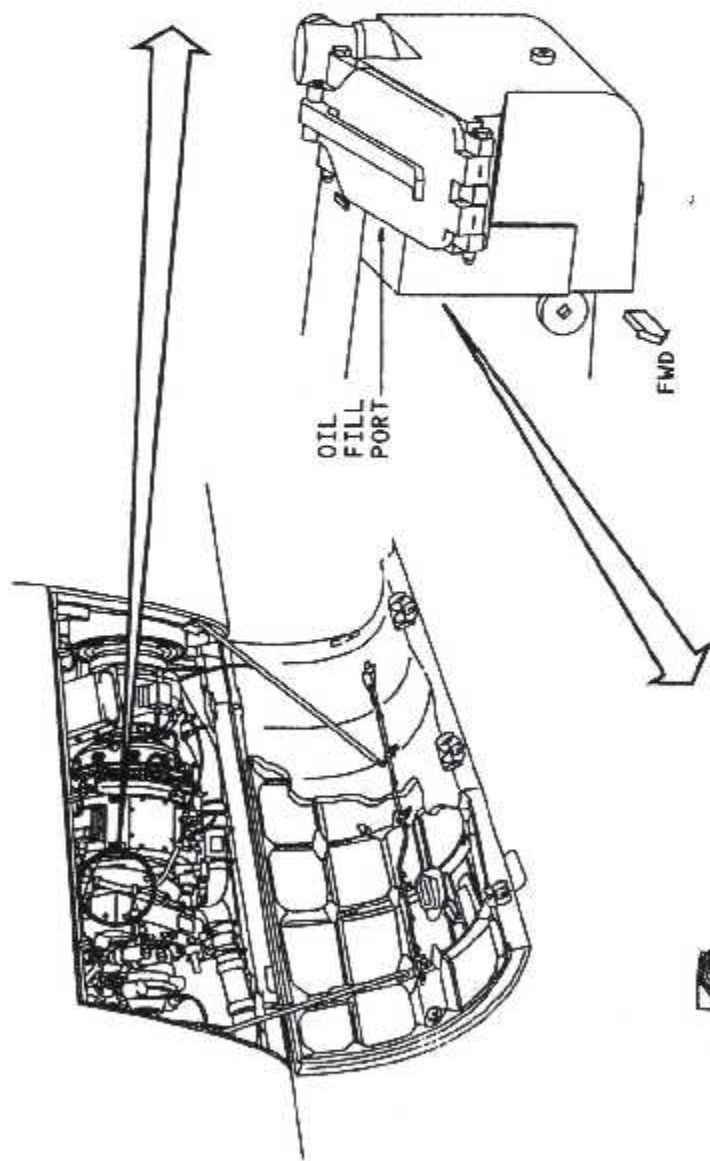
- Soit directement sur le réservoir d'huile
- Soit sur l'écran d'affichage (CDU)

J/ Remplissage d'huile :

Le remplissage d'huile se fait quand l'APU est à l'arrêt. L'huile de graissage utilisée par la compagnie AIR ALGERIE est MOBIL JET OIL II, la température de cette huile varie entre ***-40 °C*** et ***54 °C***.



CDU



VERIFICATION D'HUILE

II.1.3/ FONCTIONNEMENT :

L'huile du réservoir va vers les trois (03) pompes de pression, passe à travers le régulateur de pression d'huile puis vers le filtre de pression d'huile et le filtre de démarreur / alternateur pour aller lubrifier, refroidir et nettoyer les roulements, le démarreur / alternateur et la boîte d'entraînement des accessoires .

Si la température d'huile est basse la vanne de contrôle de température se ferme et l'huile ne passe pas à travers le radiateur.

Si la température d'huile est élevée la vanne de contrôle de température s'ouvre, permettant à l'huile de passer à travers le radiateur afin d'être refroidie.
Après la lubrification les quatre (04) pompes de récupération, récupèrent l'huile qui à était utilisée et la renvoient vers le réservoir.

II.2/ CIRCUIT CARBURANT :

II.2.1/ ROLE :

Le rôle du circuit carburant de l'APU est :

- L'alimentation et la régulation du débit carburant des dix (10) injecteurs de la chambre de combustion à tous les régimes (démarrage, accélération et régime stabilisé)
- L'alimentation du vérin des aubes mobiles régulatrices du débit d'air (IGV)
- L'alimentation du vérin de la vanne de décharge

II.2.2/ LES DIFFERENTS COMPOSANTS :

Le circuit carburant comprend :

- Le régulateur carburant (FCU)
- Le solénoïde du diviseur de débit
- Le diviseur de débit
- La rampe carburant primaire
- La rampe carburant secondaire
- Dix (10) injecteurs duplex (primaire / secondaire)

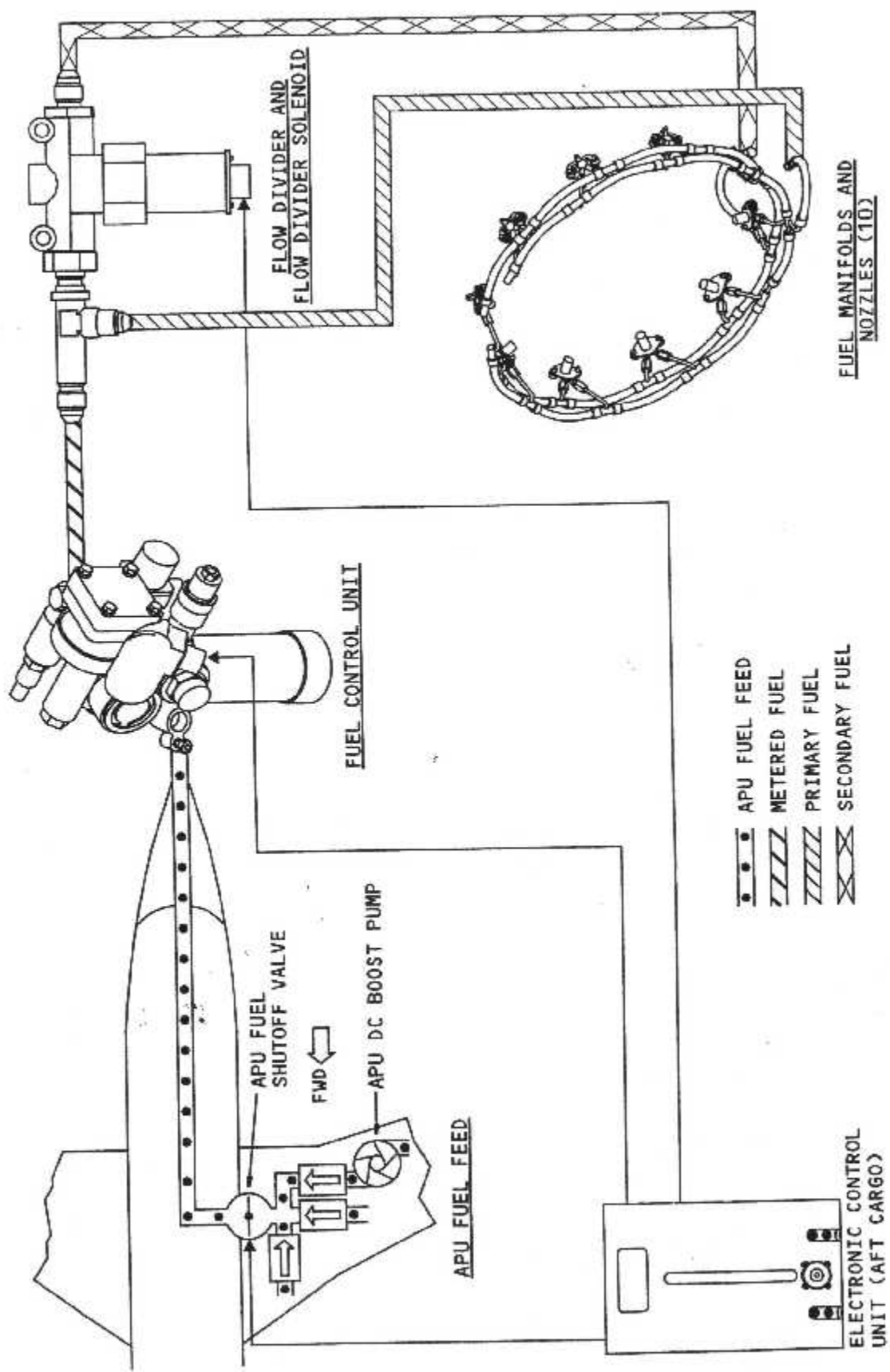
A / Régulateur carburant :

Le régulateur carburant ajuste le débit carburant vers les dix (10) injecteurs et règle la phase de démarrage d'accélération et la régulation de la vitesse de rotation en charge.

En outre le régulateur carburant fournit du carburant sous haute pression aux vérins hydrauliques :

- Des aubes mobiles régulatrices du débit d'air (IGV)
- De la vanne de décharge

Le régulateur carburant est commandé par l'unité de contrôle électronique (ECU) et est monté sur la boîte d'entraînement des accessoires, il est installé sur l'ensemble des pompes à huile.



DESCRIPTION DU CIRCUIT CARBURANT

Il comprend :

- Un (01) filtre d'entrée
- Une (01) pompe carburant haute pression
- Un (01) clapet de surpression
- Un (01) filtre haute pression
- Un (01) régulateur de pression différentielle
- Un (01) galet doseur
- Une (01) vanne de pressurisation et de débit
- Un (01) vérin du régulateur de pression
- Une (01) vanne solénoïde carburant
- Une (01) sonde de température carburant

1 Filtre d'entrée :

Le filtre d'entrée empêche la contamination du carburant avant d'aller vers la pompe carburant haute pression.

2 Pompe carburant haute pression :

Elle est entraînée par la boîte d'entraînement des accessoires via le bloc pompes d'huile, c'est une pompe à engrenages. Elle pressurise le carburant, la pression maximale est de **900 PSI**

3 Clapet de surpression :

Il est taré à **950 PSI**

4 Filtre haute pression :

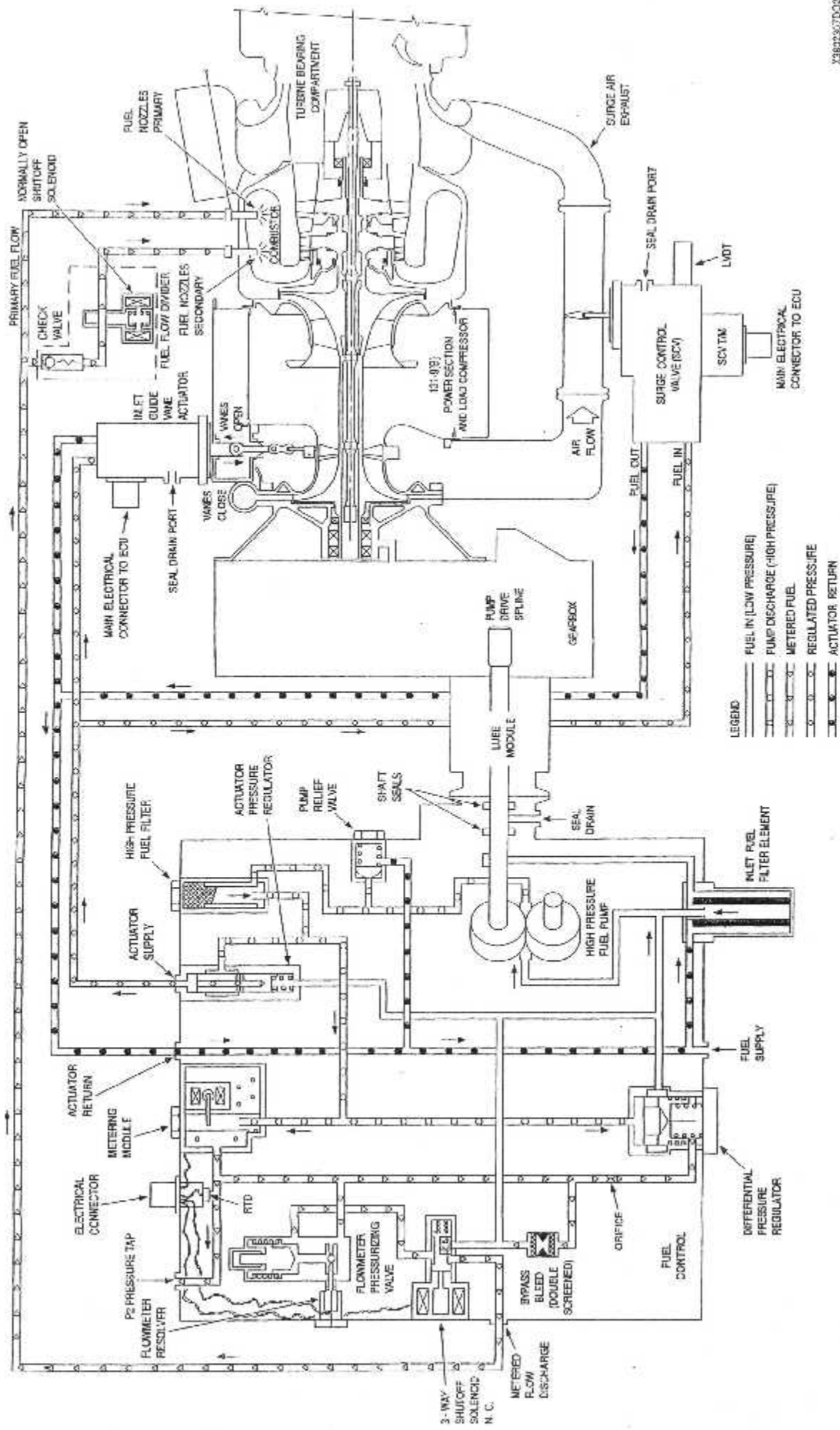
Il filtre le carburant

5 Régulateur de pression différentielle :

Il est taré à **50 PSIA**. Son rôle est de renvoyer l'excédent carburant vers le retour corps de pompe afin d'éviter la surchauffe ou la survitesse.

6 Galet doseur :

Le carburant venant de la pompe haute pression est envoyé au galet doseur dans celui-ci la quantité carburant est dosée en fonction des conditions de fonctionnement.



- LEGEND
- FUEL IN (LOW PRESSURE)
 - PUMP DISCHARGE (HIGH PRESSURE)
 - METERED FUEL
 - REGULATED PRESSURE
 - ACTUATOR RETURN

CIRCUIT CARBURANT

Le galet doseur est une électrohydraulique servovanne qui est commandée par l'unité de contrôle électronique (ECU).

7 Vanne de pressurisation et de débit :

Elle chute la pression solénoïde de **50 PSI** entre le galet doseur et la vanne solénoïde carburant. Un resolver est attaché à la vanne, il permet de mesurer la position de la vanne, l'unité de contrôle électronique (ECU) utilise ce signal afin de déterminer le débit carburant vers la chambre de combustion.

8 Vérin du régulateur de pression :

Ce vérin permet de garder la pression carburant à **250 PSI** pour l'envoyer vers :

- Le vérin des aubes mobiles régulatrices de débit d'air (IGV)
- Le vérin de la vanne de décharge

9 Vanne solénoïde carburant :

La vanne solénoïde carburant contrôle le débit carburant en provenance du galet doseur. Elle est conçue de façon à tomber en panne en position fermée.

Lors du démarrage APU, l'unité de contrôle électronique (ECU) excite la vanne solénoïde carburant à **7% RPM** pour l'ouvrir.

Lors de l'arrêt APU, l'unité de contrôle électronique (ECU) désexcite la vanne solénoïde carburant pour la fermer.

10 Sonde de température carburant :

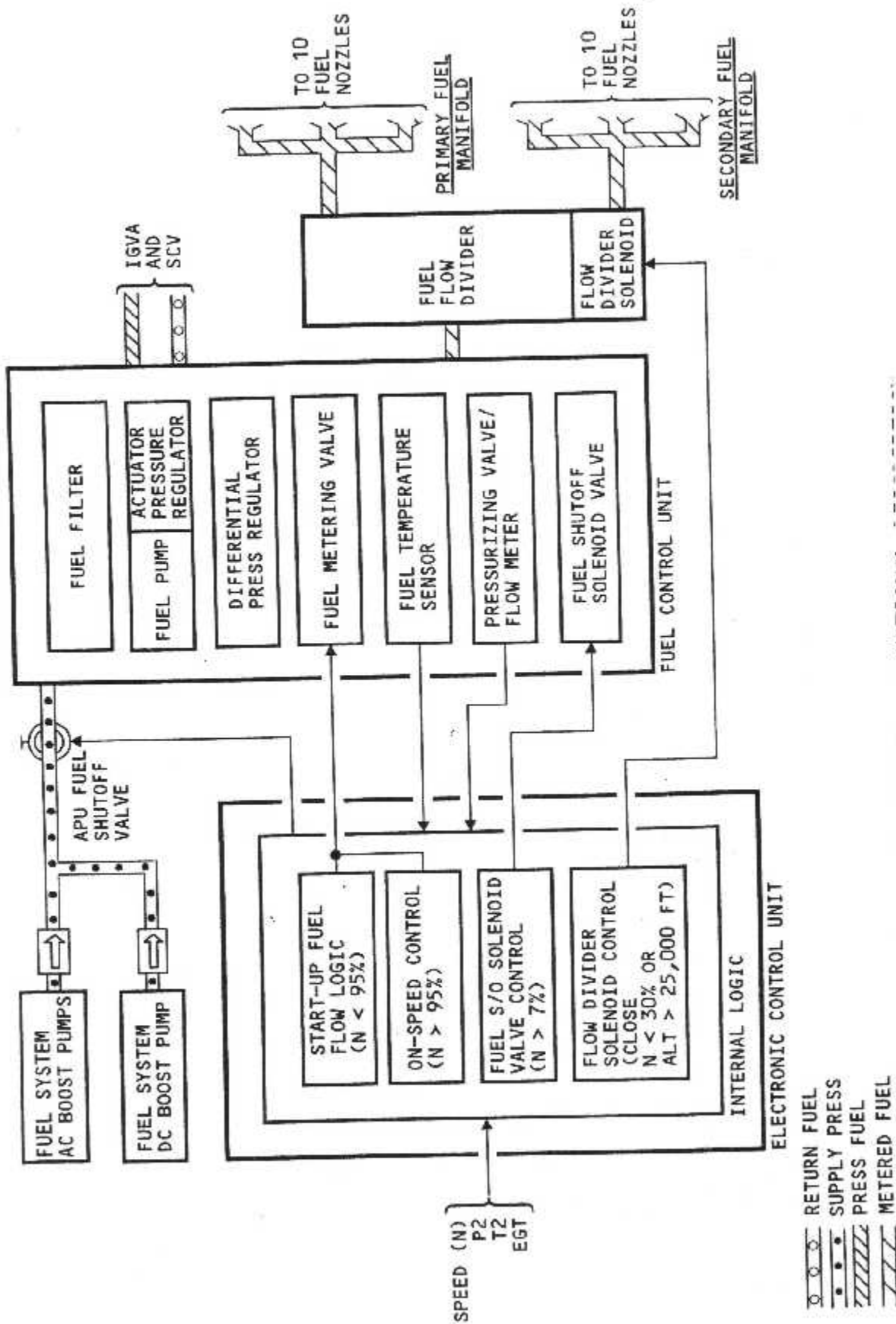
Elle permet de transmettre la température carburant vers l'unité de contrôle électronique.

B / Solénoïde du diviseur de débit :

Il permet d'empêcher que le carburant alimente les injecteurs secondaires dans les conditions anormales de fonctionnement

Le solénoïde du diviseur de débit est commandé par l'unité de contrôle électronique (ECU)

Entre **7% et 30 % RPM** l'unité de contrôle électronique (ECU) maintient le solénoïde du diviseur de débit fermé, empêchant ainsi le carburant d'alimenter les injecteurs secondaires afin d'éviter l'extinction de la flamme lors du démarrage APU.



FONCTIONNEMENT DU CIRCUIT CARBURANT

Le carburant arrive vers la pompe carburant haute pression puis à travers le filtre haute pression, vers le galet doseur en suite vers la vanne solénoïde carburant puis vers le diviseur de débit pour en suite alimenter les injecteurs primaires et secondaires.

II.3/ CIRCUIT DE DEMARRAGE ET D'ALLUMAGE :

II.3.1/ ROLE :

Le rôle du circuit de démarrage et d'allumage est d'assurer le démarrage et l'accélération ainsi que l'allumage du mélange *AIR/CARBURANT* dans la chambre de combustion.

II.3.2/ LES DIFFERENTS COMPOSANTS :

Le circuit de démarrage et d'allumage comprend :

- Une (01) boîte d'allumage
- Un (01) câble de bougie
- Une (01) bougie
- Un (01) contrôleur de démarrage (SPU)
- Un (01) convertisseur de démarrage (SCU)
- Un (01) démarreur /alternateur

L'unité de contrôle électronique (ECU) commande la séquence de démarrage et d'allumage.

A / Boite d'allumage :

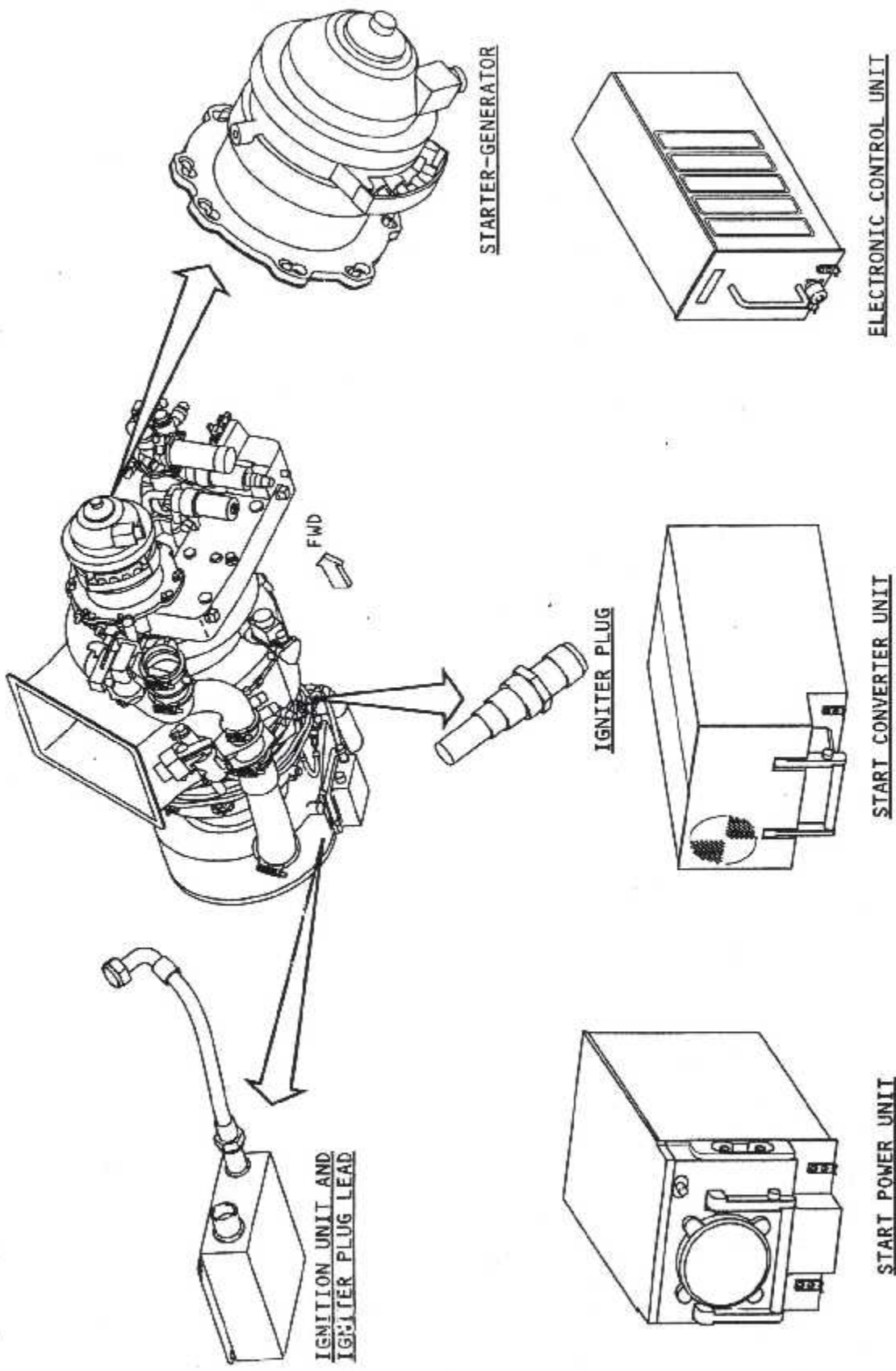
La boîte d'allumage fournit les étincelles à l'APU lors du démarrage. L'unité de contrôle électronique (ECU) excite la boîte d'allumage à **0% RPM** et la désexcite à **60% RPM**.

B / Contrôleur de démarrage (SPU) :

Le contrôleur de démarrage change l'énergie électrique (**115 VAC** ou le **28VDC**) en **270VDC** .Le contrôleur de démarrage est localisé dans la soute électrique.

C / Convertisseur de démarrage (SCU) :

Le convertisseur convertit les **270VDC** en génération électrique alternative pour alimenter le démarreur /alternateur de l'APU. Le convertisseur est localisé dans la soute électronique.



CIRCUIT D'ALLUMAGE ET DE DEMARRAGE

D / Démarreur / Alternateur :

Le démarreur /alternateur pèse **24.7 Kg** il entraîne la boîte d'entraînement des accessoires lors du démarrage et fournit une puissance électrique de **90 KVA** pour alimenter le réseau de bord électrique avion au sol et en vol.

Le démarreur / alternateur de l'APU à deux fonctions :

- La premier : il alimente la génération électrique alternative en (**115 VAC**) au sol
- La deuxième : il peut alimenter la génération électrique alternative (**115 VAC**) en vol en secours (en cas de perte d'alternateur moteur)

Le démarreur / alternateur est contrôlé par un contrôleur localisé dans la soute électrique (AGCU). Le panneau de la génération électrique est localisé au cockpit panneau P5-4, P5-5, P5-13.

P5-4 :

Il comprend :

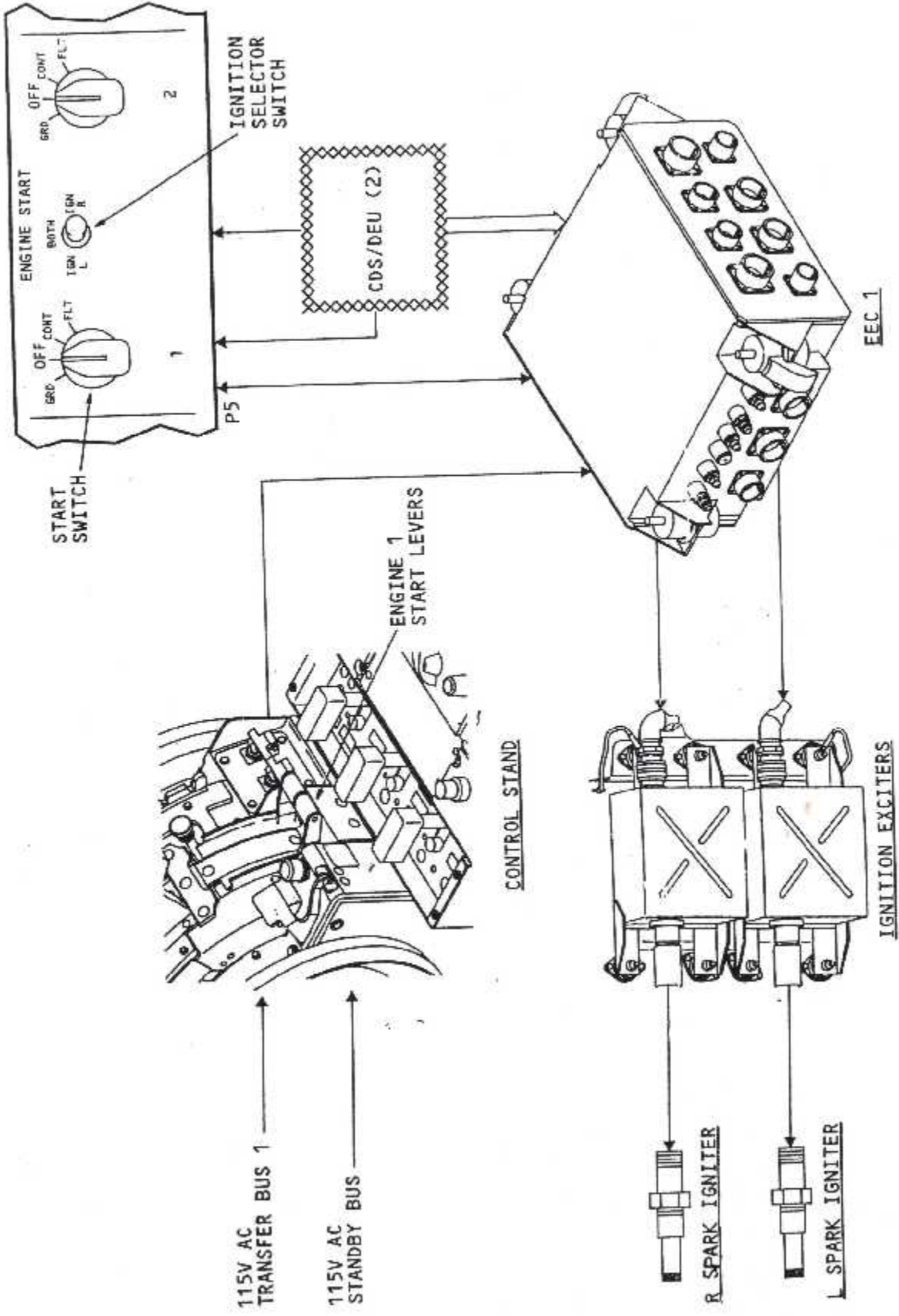
- Un (01) switch pour l'alternateur moteur 1 à deux positions (**OFF / ON**)
- Un (01) switch pour l'alternateur moteur 2 à deux positions (**OFF / ON**)
- Deux (02) switch pour le démarreur / alternateur de l'APU à deux positions chacun (**OFF / ON**)
- un (01) switch pour le groupe de parc à deux positions (**OFF / ON**)
- un (01) switch sous cache **BUS TRANSFER** à deux positions (**OFF / AUTO**)
- Un (01) voyant alternateur APU déconnecté
- Un (01) voyant groupe de parc disponible
- Un (01) voyant pour chaque alternative moteur

P5-13 :

- Un (01) switch batterie
- Un (01) sélecteur rotatif pour la génération électrique continue
- Un (01) sélecteur rotatif pour la génération électrique alternative

Le démarreur / alternateur peut alimenter :

Au sol : quand les réacteurs sont à l'arrêt :



DEMARRAGE REACTEUR (ALLUMAGE)

Les deux transferts BUS 1 et 2

Le transfert BUS 1 via le contacteur (APB) et le relais de ligne (BTB 1)

Le transfert BUS 2 via le contacteur (APB) et le relais de ligne (BTB 2)

En vol : en cas de panne d'un ou de deux alternateurs moteurs :

Le transfert BUS 1 alimente :

- La main BUS 1
- Les galleys
- Le T/R 1

Le transfert BUS 2 alimente :

- La main BUS 2
- Les galleys
- Le T/R 2
- Le T/R 3

II.3.3/ SEQUENCE DE DEMARRAGE :

Quand on met le switch principal APU sur position :

START :

Le signal de démarrage va vers l'unité de contrôle électronique (ECU), le switch principal revient automatiquement sur position ON :

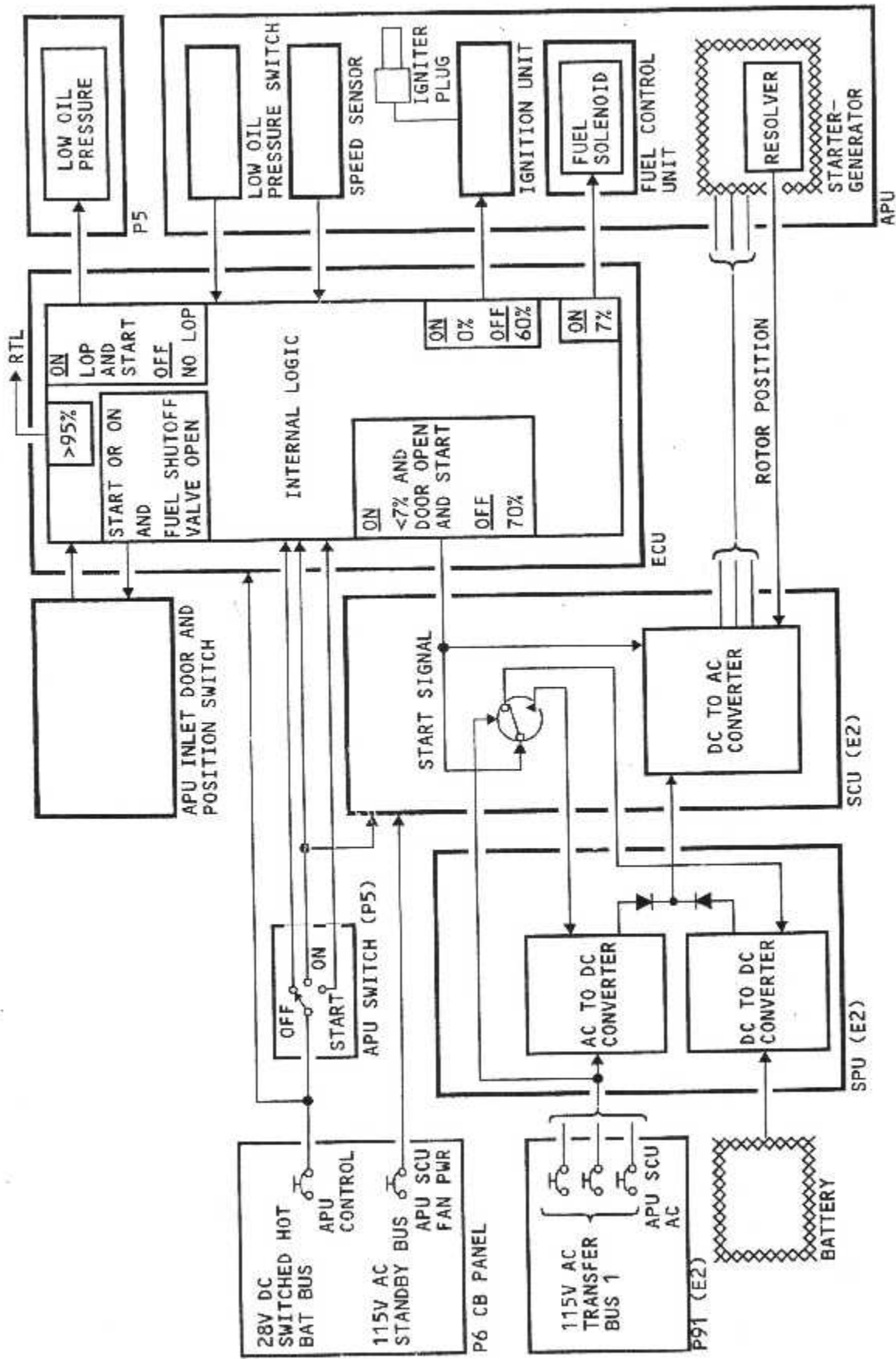
ON :

L'unité de contrôle électronique (ECU) commande :

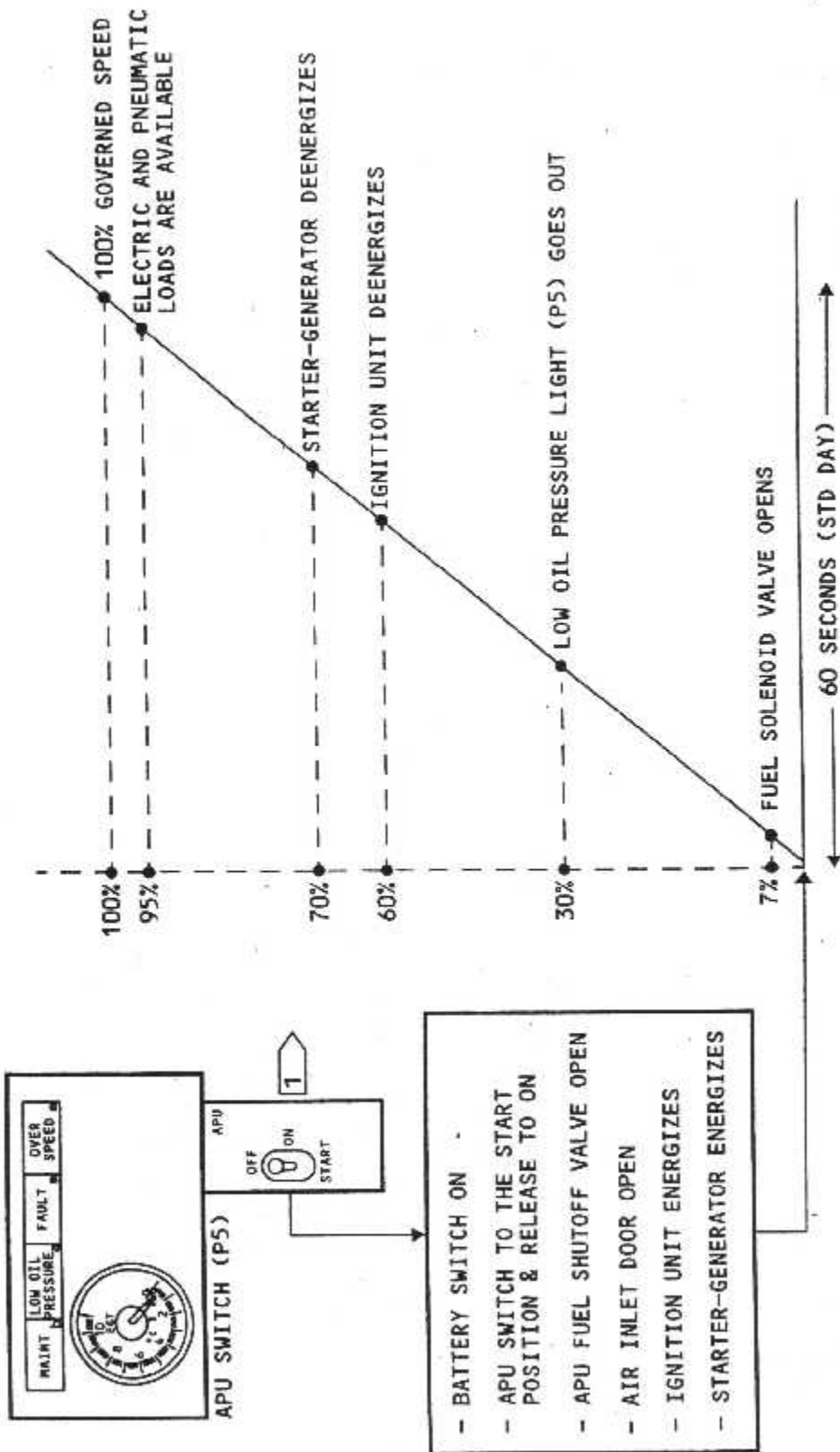
- L'ouverture de la vanne d'isolement carburant
- Ouverture de la porte d'entrée d'air
- L'allumage du voyant baisse de pression d'huile
- La bougie est excitée
- Le signal va vers le contrôleur de démarrage (SPU) pour charger les **115 VAC en 28 VDC en 270 VDC**
- Le convertisseur de démarrage convertit les **270 VDC en 115 VAC**
- Le démarreur tourne

A 7%RPM :

L'unité de contrôle électronique (ECU) excite la vanne solénoïde carburant et l'ouvre, c'est le début de combustion et de l'accélération.



CIRCUIT DE LA SEQUENCE DE DEMARRAGE



1 WHEN YOU PUT THE APU SWITCH TO ON OR START, THE APU FUEL SHUTOFF VALVE AND AIR INLET DOOR OPENS.

SEQUENCE DE DEMARRAGE

A 30% RPM :

L'unité de contrôle électronique (ECU) éteint le voyant baisse pression d'huile.

A 60% RPM :

L'unité de contrôle électronique (ECU) désexcite la boîte d'allumage.

A 70 % RPM :

L'unité de contrôle électronique (ECU) désexcite le démarreur.

A 95% RPM :

L'unité de contrôle électronique (ECU) arme l'alternateur et allume le voyant bleu (alternateur APU déconnecté).

A 100% RPM :

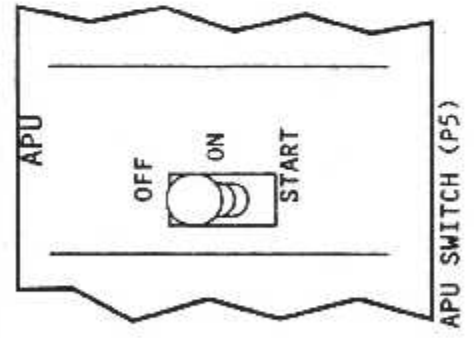
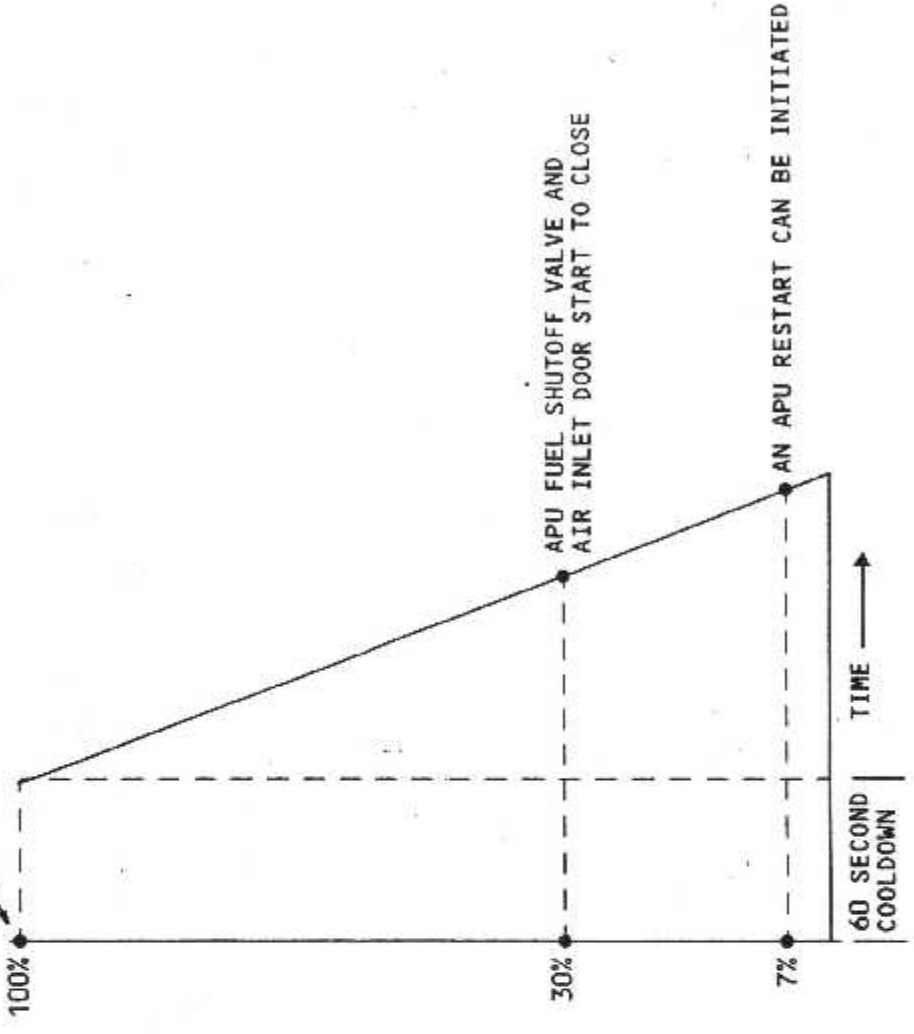
L'unité de contrôle électronique (ECU) régule la rotation APU à **100%**.

II.3.4/ SEQUENCE D'ARRET NORMAL :

L'APU est arrêté normalement en mettant l'interrupteur principal sur position **OFF** on aura :

- La vanne de soutirage se ferme
- Une temporisation de 60 secondes
- L'unité de contrôle électronique (ECU) déconnecte l'alternateur
- La vanne carburant se ferme
- La porte d'entrée d'air se ferme
- La vanne solénoïde de carburant est désexcitée
- A 7% RPM c'est la séquence d'arrêt APU

- APU SWITCH OFF 1
- 28V DC ON SIGNAL REMOVED FROM ECU
- 28V DC OFF SIGNAL TO ECU
- READY-TO-LOAD SIGNAL REMOVED



1 THE APU WILL START THE 60 SECOND COOL DOWN TIME.

SEQUENCE D ARRET NORMAL

II.4/ CIRCUIT D'AIR :

II.4.1/ ROLE :

Le circuit d'air de soutirage APU alimente le collecteur pneumatique de l'avion pour :

- Le démarrage réacteurs
- Le conditionnement d'air
- La pressurisation

L'APU est équipé d'un compresseur de prélèvement de charge séparé qui est capable de fournir de l'air sous pression au système pneumatique. L'air est aspiré au travers d'un volet d'entrée d'air, arrive dans la chambre de tranquillisation puis s'écoule vers le compresseur de prélèvement de charge via les aubes mobiles régulatrices du débit d'air (IGV).

A l'aide de ces aubes mobiles le débit du compresseur de charge est adapté au besoin pneumatique de l'avion.

Le système pneumatique de l'avion est lié à l'APU par la vanne de soutirage. Pour protéger le compresseur de prélèvement de charge contre le pompage une vanne de décharge est prévue. Cette vanne si elle est ouverte dirige une partie de l'air comprimé à l'échappement de l'APU limitant le gradient de pression dans le compresseur pour empêcher le pompage.

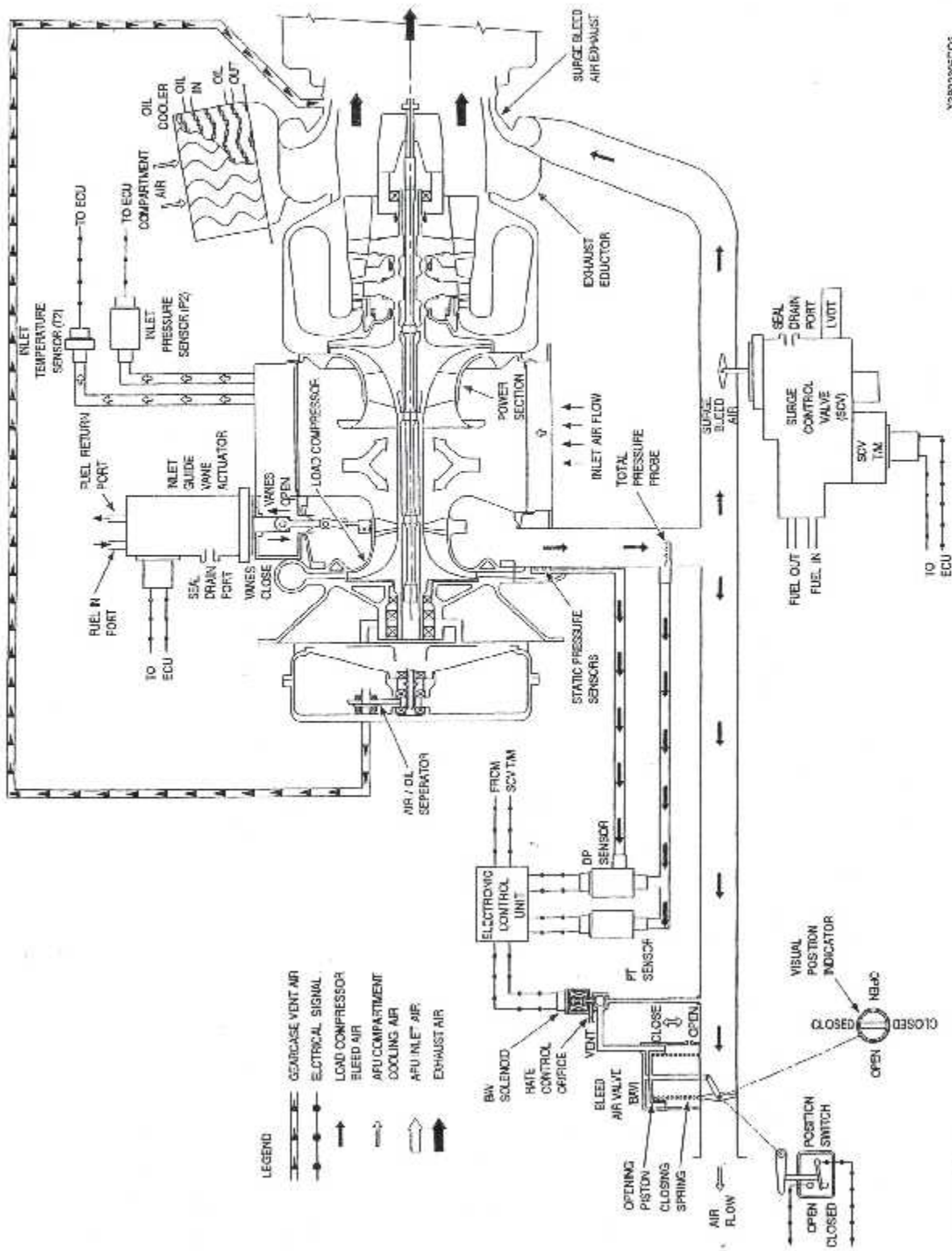
II.4.2/ LES DIFFERENTS COMPOSANTS :

Le circuit d'air de l'APU se compose de :

- Un (01) compresseur de prélèvement de charge
- Des aubes mobiles régulatrices de débit d'air (IGV)
- Un (01) vérin des aubes mobiles régulatrices de débit d'air
- Une (01) vanne de soutirage
- Capteurs de pression (Pt, ΔP , P2)
- Une (01) vanne de décharge

A / Compresseur de prélèvement de charge :

Le compresseur de prélèvement de charge est un compresseur centrifuge à un étage, il est entraîné par la turbine.



X3802965C01

CIRCUIT D'AIR

B / Aubes mobiles régulatrices de débit d'air :

Les aubes mobiles régulatrices de débit d'air (IGV) sont montées autour du compresseur de prélèvement de charge. Elles sont au nombre de seize (16) et commandées par un vérin électrohydraulique qui est commandé par l'unité de contrôle électronique (ECU).

Elles sont fermées à 15° et complètement ouvertes à 115° . Des mobiles régulatrices de débit d'air sont fermées durant l'accélération et tant qu'il n'y a pas de demande de soutirage.

C / Vérin des aubes mobiles régulatrices de débit d'air :

Il est monté sur le côté droit du compresseur il comprend :

- Une (01) prise électrique
- Un (01) transducer linéaire de déplacement variable (LVDT)
- Un (01) vérin
- Une (01) tuyauterie d'alimentation carburant
- Une (01) tuyauterie de retour carburant
- Un (01) drain

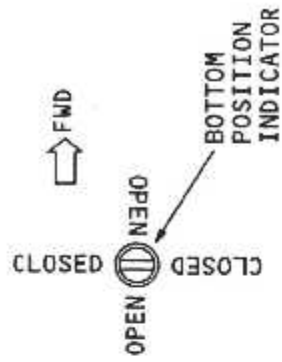
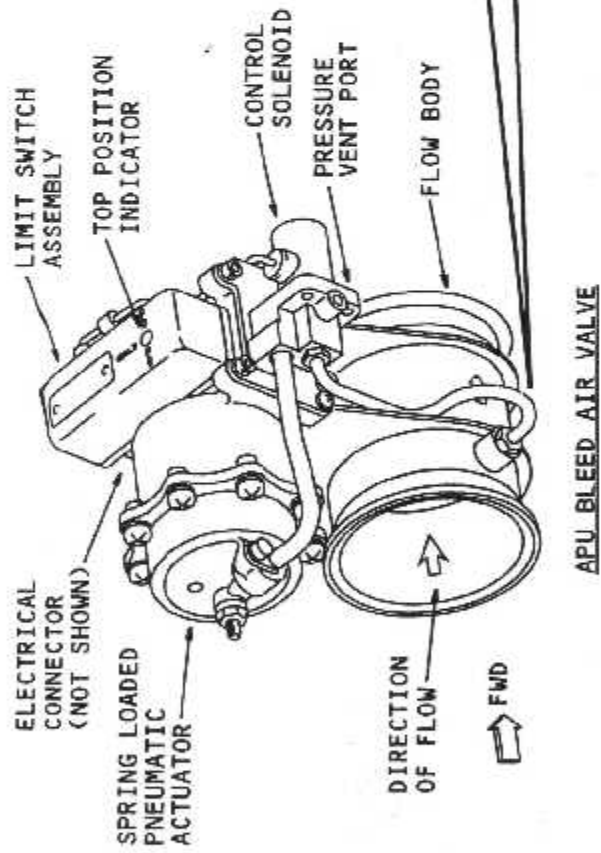
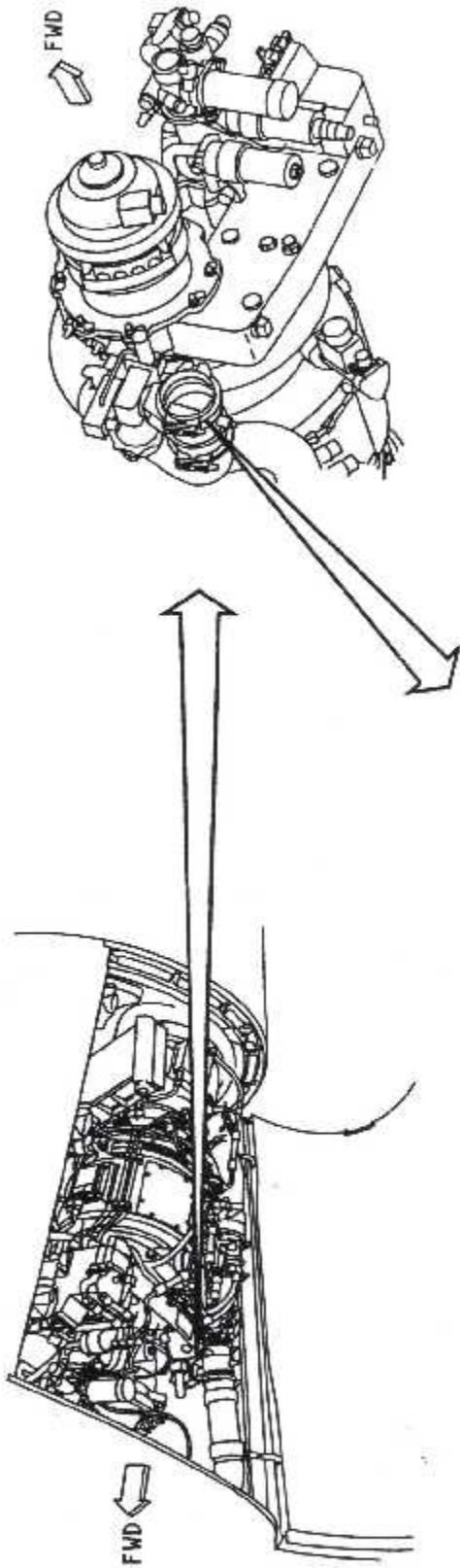
Le vérin des aubes mobiles régulatrices de débit d'air (IGV) est commandé par l'unité de contrôle électronique (ECU).

D / Vanne de soutirage :

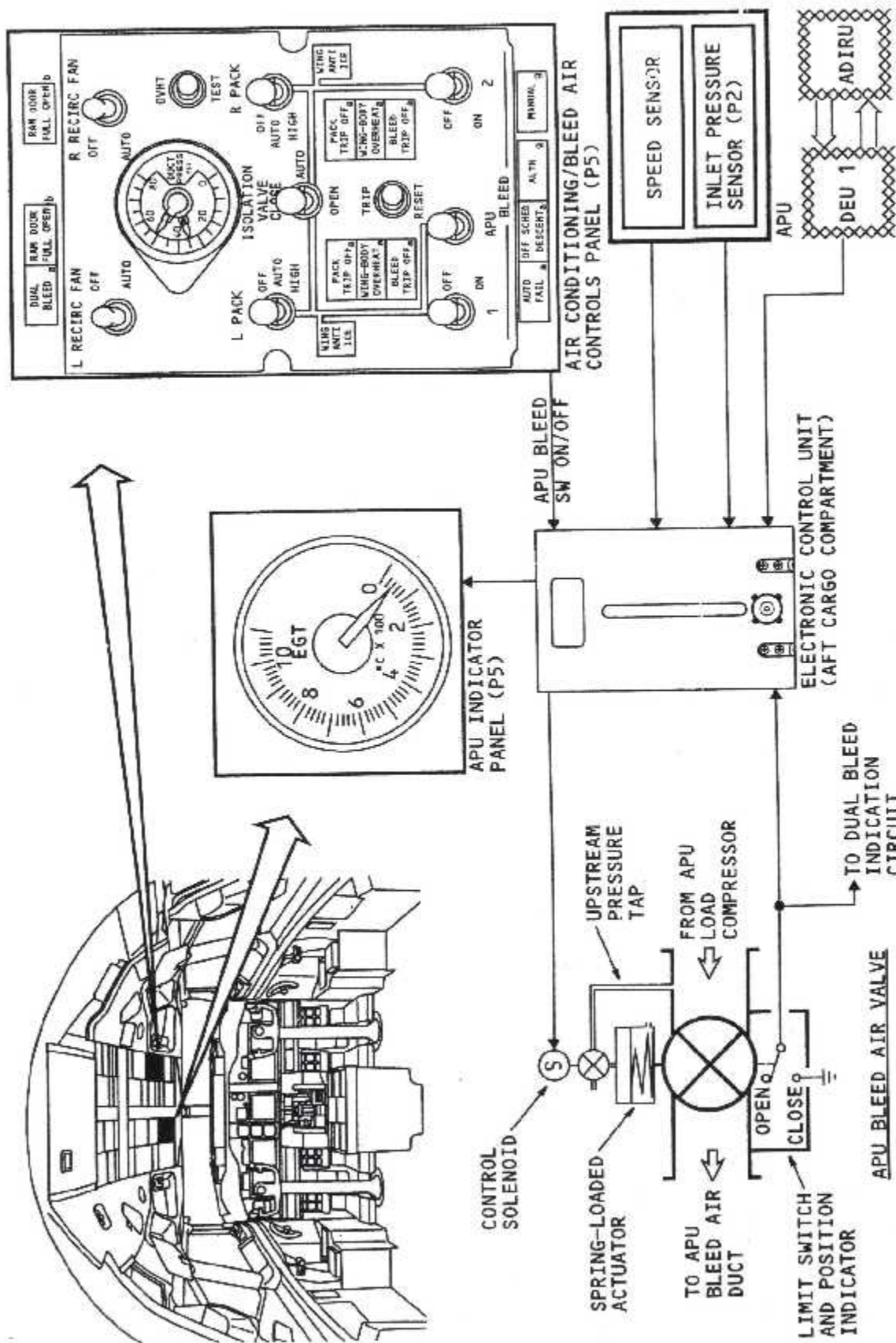
Elle est localisée sur le côté droit avant de l'APU. C'est une vanne électropneumatique. Elle comprend :

- Un (01) papillon
- Un (01) vérin pneumatique
- Un (01) solénoïde de commande
- Une (01) prise électrique
- Une (01) indication visuelle de position
- Un (01) ensemble de switch de fin de course

Elle est commandée par un switch de soutirage localisé au cockpit panneau supérieur P5. Quand le switch de soutirage est sur position :



VANNE DE SOUTIRAGE



FONCTIONNEMENT DE LA VANNE DE SOUTIRAGE

Arrêt :

L'unité de contrôle électronique (ECU) ferme la vanne de soutirage en désexcitant le solénoïde.

Marche :

L'unité de contrôle électronique (ECU) ouvre la vanne de soutirage en excitant le solénoïde la vanne de soutirage elle ne s'ouvre que si le RPM est supérieur à 95 % La vanne de soutirage est fermée durant la phase d'accélération et tant qu'il n'y a pas de demande de soutirage.

E/ Capteurs de pression :

Trois (03) capteurs de pression sont montés :

- P2 à l'entrée de l'APU
- Pt et ΔP au-dessus de la vanne de décharge

Ces capteurs mesurent les pressions du compresseur de prélèvement de charge et les convertissent en signaux électriques pour en fin les envoyer vers l'unité de contrôle électronique (ECU).

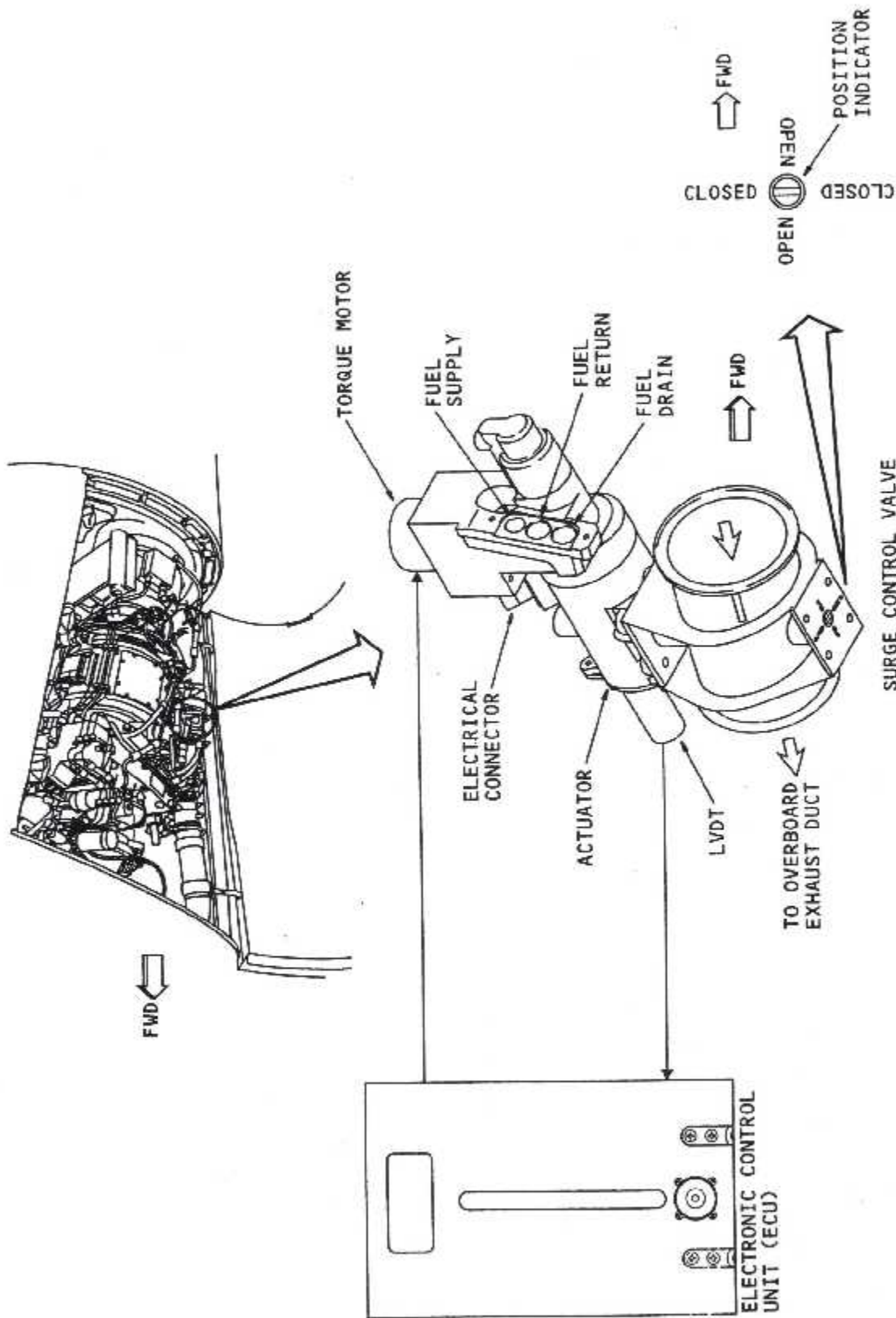
F / Vanne de décharge :

Rôle :

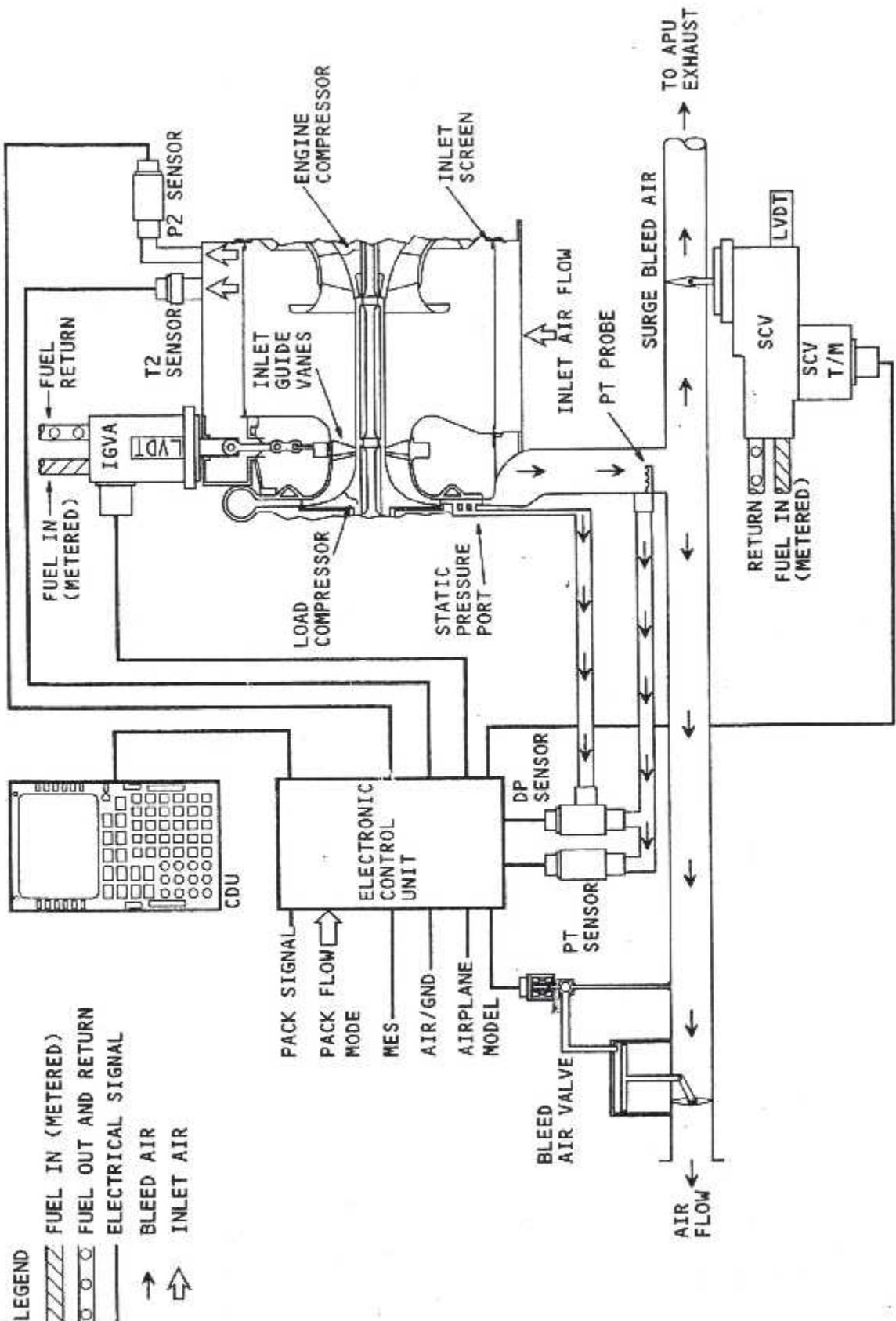
Elle évite le pompage du compresseur de prélèvement de charge.

Elle est localisée sur le côté droit de la conduite de décharge. Elle est électrohydraulique commandée par l'unité de contrôle électronique (ECU) elle comprend :

- Un (01) papillon
- Un (01) couple moteur
- Un (01) vérin
- Une (01) prise électrique
- Une (01) tuyauterie d'alimentation carburant
- Une (01) tuyauterie de retour carburant
- Un (01) drain carburant
- Un (01) transducer linéaire à déplacement variable (LVDT)



VANNE DE DECHARGE



FONCTIONNEMENT DE LA VANNE DE DECHARGE

➤ Un (01) indicateur visuel de position

Lors du pompage l'unité de contrôle électronique (ECU) ouvre la vanne de décharge l'air est alors évacué vers l'échappement évitant ainsi le pompage du compresseur de prélèvement de charge.

II.5/ L'UNITE DE CONTROLE ELECTRONIQUE :

II.5.1/ ROLE :

L'APU est commandé, contrôlé et surveillé par une unité de contrôle électronique (ECU).C'est un microprocesseur électronique digital. Il est localisé dans la soute arrière.

Il assure les fonctions suivantes :

- La commande de la séquence de démarrage
- La commande de la séquence d'accélération
- La commande de la vitesse nominale
- La commande de la régulation de la vitesse de rotation
- Le contrôle des paramètres (N, EGT) et leur transmission à l'écran d'affichage (CDU) situé au poste de pilote
- La commande de prélèvement d'air
- Il commande, contrôle et surveille tous les systèmes de l'APU
- Il commande la séquence d'arrêt normale de l'APU
- Il commande la séquence d'arrêt automatique de protection (19 arrêts automatiques de protection)
- Il affiche les informations et les pannes APU au niveau de l'écran d'affichage (CDU)
- Il envoie les données APU au module de mémoire (DMM)

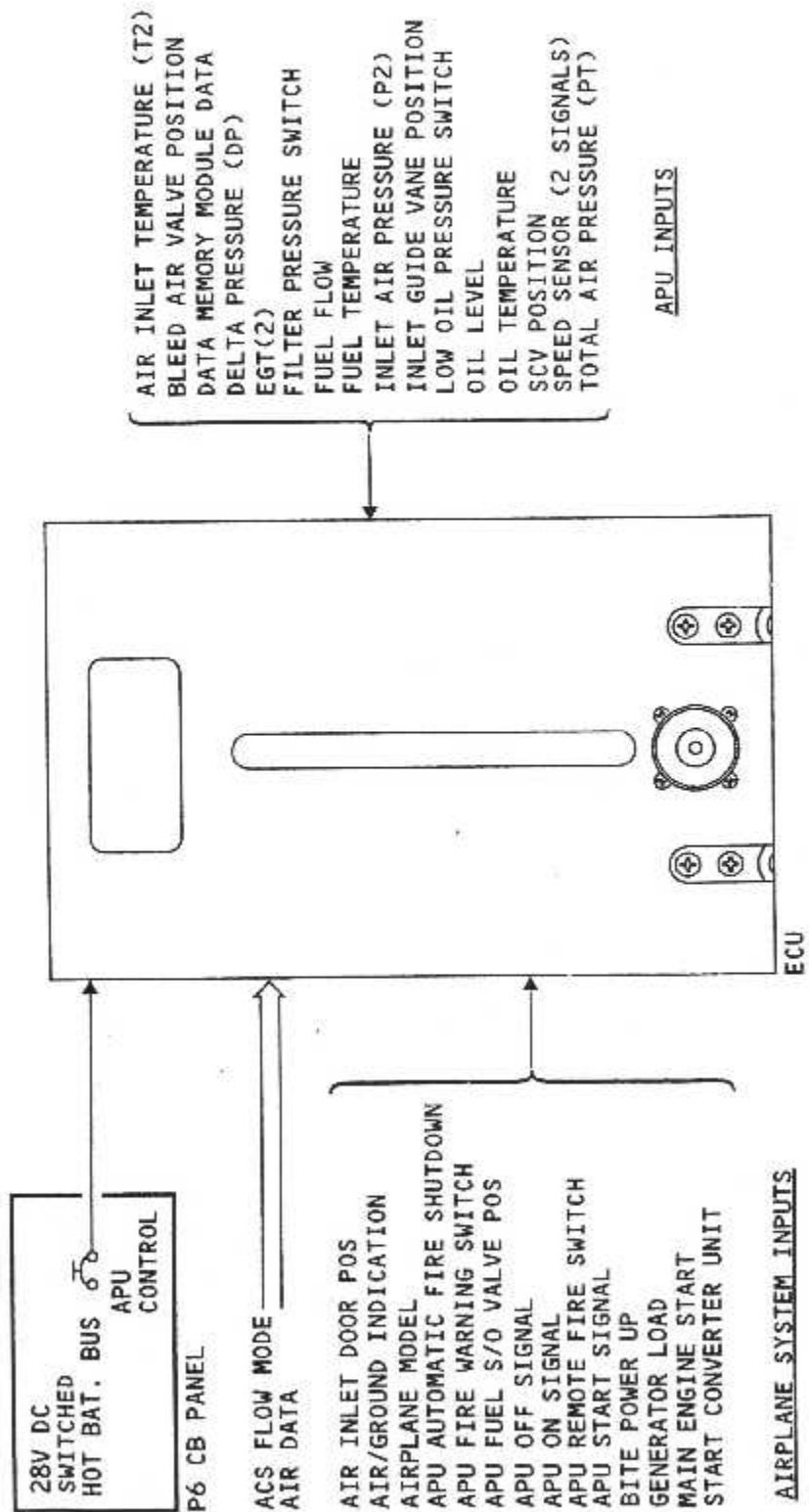
II.5.2/ ALIMENTATION DE L'UNITE DE CONTROLE ELECTRONIQUE :

L'unité de contrôle électronique (ECU) est alimenté électriquement en **28 VDC** à partir de la **SWITCHED HOT BATTERY BUS** (BUS BATTERIE CHAUDE).

A / SIGNAUX VENANTS DES SYSTEMES AVION VERS L'UNITE DE CONTROLE ELECTRONIQUE :

L'unité de contrôle électronique (ECU) reçoit un nombre de signaux en provenance des systèmes avion. Ces signaux sont :

- Groupe de conditionnement **ON/ OFF**
- Indication **AIR/ SOL**



DONNEES D'ENTREE (ECU)

- Modèle avion
- Arrêt automatique en cas de feu
- Alimentation du système de test incorporé à l'équipement (*BITE*)
- Commande de soutirage d'air
- Switch feu APU
- Position de la vanne carburant
- Position de la porte d'entrée d'air
- Signal d'Arrêt APU (*OFF*)
- Signal de la mise en marche APU (*ON*)
- APU coupe feu
- Signal de démarrage APU (*START*)
- Charge alternateur
- Signal de démarrage réacteurs

B / SIGNAUX VENANTS DE L'APU VERS L'UNITE DE CONTROLE ELECTRONIQUE :

L'unité de contrôle électronique (ECU) reçoit un nombre de signaux en provenance de l'APU. Ces signaux sont :

- Température à l'entrée APU (T2)
- Position de la vanne de soutirage
- Pannes APU
- Mémoire de données APU
- Signal de la pression dynamique (ΔP)
- EGT
- Switch de pression différentielle
- Débitmètre (quantité carburant)
- Température carburant
- Position des aubes mobiles régulatrices de débit d'air (*IGV*)
- Pression à l'entrée APU (P2)
- Switch de baisse de pression d'huile
- Quantité d'huile
- Pression d'huile
- Température d'huile
- Position de la vanne de décharge
- Deux (02) capteurs de vitesse
- Pression totale
- Sondes de température des gaz d'échappement (thermocouples EGT)

L'unité de contrôle électronique (ECU) envoie les données APU au calculateur de gestion vol à travers la **BUS ARINC 429**.

Le calculateur de gestion de vol affiche les informations APU sur l'écran d'affichage (CDU) :

- Numéro de série de l'APU
- Numéro de série du ECU
- Pannes APU
- Données de maintenance
- Pages d'état APU
- Quantité d'huile

C / SIGNAUX DE L'UNITE DE CONTROLE ELECTRONIQUE VERS L'APU :

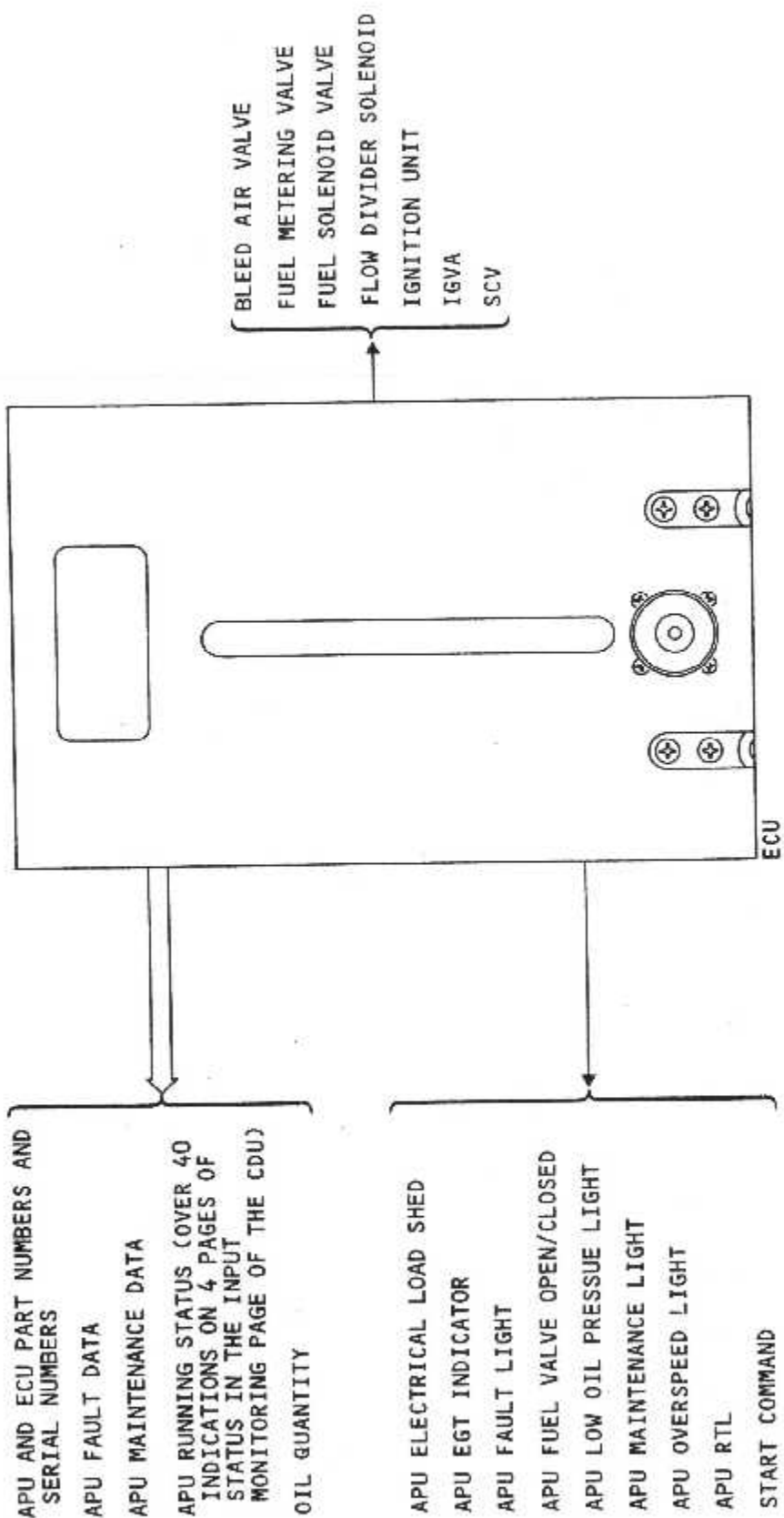
L'unité de contrôle électronique envoie des signaux vers l'APU, ces signaux sont :

- Vanne de soutirage
- Voyant APU disponible
- Galet doseur
- Vanne solénoïde carburant
- Solénoïde du diviseur de débit carburant
- Boite d'allumage
- Vérin des aubes mobiles régulatrices de débit d'air (IGV)
- Vanne de décharge

D / SIGNAUX DE L'UNITE DE CONTROLE ELECTRONIQUE VERS LES SYSTEMES AVION :

L'unité de contrôle électronique (ECU) envoie des signaux vers les systèmes avion. Ces signaux sont :

- Indication EGT
- Voyant **FAULT** (ambre)
- Vanne carburant
- Porte d'entrée d'air
- Voyant baisse de pression d'huile (ambre)
- Voyant maintenance (bleu)
- Voyant sur vitesse (ambre)
- Voyant APU disponible (bleu)
- Commande de démarrage
- Commande de délestage de la charge électrique



L'unité de contrôle électronique (ECU) à un programme de test qui opère selon les modes suivants :

- **MODE BITE** (système de test incorporé à l'équipement)
- **MODE SURVEILLANCE**

Il à la capacité de mémoriser **99 pannes**.

II.5.3/ ARRETS DE L'APU :

L'unité de contrôle électronique (ECU) à deux (02) systèmes d'arrêt APU :

- **LOGICIEL D'ARRET NORMAL**
- **LOGICIEL D'ARRET AUTOMATIQUE**

A / Logiciel d'arrêt normal :

L'arrêt normal de l'APU est obtenu quand on met le switch APU sur position OFF (ARRET).

L'unité de contrôle électronique (ECU) :

- Ferme la vanne de soutirage
- Ferme la vanne carburant
- Ferme la porte d'entrée
- Désexcite l'alternateur
- Ferme la vanne solénoïde carburant

B / Logiciel d'arrêt automatique de protection :

L'unité de contrôle électronique (ECU) peut arrêter l'APU dans le cas ou le fonctionnement de l'APU est anormal, ce qui peut causer un danger de détérioration. Cet arrêt là est appelé arrêt automatique de protection.

L'unité de contrôle électronique (ECU) peut arrêter l'APU dans dix-neuf (19) cas d'arrêt automatique de protection.

Dix-sept (17) cas d'arrêt automatique de protection sont associés au voyant ambre FAULT. Les arrêts automatiques sont :

S'il y a perte de signal d'ouverture du volet d'entrée d'air pendant une (01) seconde après que le RPM est supérieur à 7%.

Surchauffe d'entrée d'air :

Si la température à l'entrée compresseur est supérieure à 180 °C pendant trois (03) secondes.

Perte de thermocouples :

Si les deux (02) thermocouples sont défectueux.

Perte de capteurs de vitesse :

Si les deux (02) capteurs de vitesse sont défectueux.

Pas d'accélération :

Après l'allumage et avant 95% RPM si l'accélération est inférieure à 0.2% par seconde pendant 1.25 secondes.

Pas de rotation :

Si la vitesse est inférieure à 7% 20 secondes après que l'unité de contrôle électronique (ECU) a donné le signal de démarrage au convertisseur de démarrage (SCU).

Pas de flamme :

Si l'EGT est inférieur à 149 °C , 20 secondes après que l'unité de contrôle électronique (ECU) ouvre la vanne solénoïde carburant.

Filtre d'huile :

Température d'huile supérieure à 38 °C

Réacteurs à l'arrêt pendant plus de 90 secondes

Avion au sol

Filtre démarreur / alternateur colmaté pendant plus de 5 secondes

Température d'huile :

Si la température d'huile est supérieure à 143 °C pendant 10 secondes.

Surchauffe :

Vitesse de rotation supérieure à **95%** Température des gaz d'échappement excessive.

Pompage:

Si le débit d'air du compresseur de prélèvement de charge décroît approximativement à zéro pendant **06 secondes**.

Capteur défaillant :

- Si le capteur de température à l'entrée (T2) défaillant
- Si la sonde de température d'huile défaillante
- Avion au sol

Sous vitesse :

Accélération APU est inférieure à **0,5%** par seconde

Vitesse APU inférieure à **85%**

Si ces deux (02) conditions existent pendant **10 secondes**

Ces dix-sept (17) cas d'arrêts automatiques de protection sont réalisés par l'unité de contrôle électronique (ECU) on aura les indications suivantes :

- Voyant **FAULT** s'allume ambre sur le panneau supérieur **P5**
- Avertisseur de défaut s'allume ambre sur le panneau **P7**

Baisse de pression d'huile :

Pression d'huile est basse (**30-40 PSI**) pendant **20 secondes**.

L'unité de contrôle électronique (ECU) initie un arrêt automatique de protection avec les indications suivantes :

- Voyant baisse de pression d'huile s'allume ambre au panneau **P5**
- Voyant avertisseur de défaut s'allume ambre sur le panneau **P7**

Survitesse :

Si la vitesse APU est supérieure à **106%**

L'unité de contrôle électronique (ECU) initie un arrêt automatique de protection avec les indications suivantes :

- Voyant survitesse s'allume ambre sur le panneau supérieur **P5**
- Voyant avertisseur de défaut s'allume ambre sur le panneau **P7**

II.6/ SYSTEME D'INDICATION :

II.6.1/ LES DIFFERENTS COMPOSANTS :

Le système d'indication de l'APU se compose de :

- Un (01) indicateur EGT
- Un (01) voyant maintenance
- Un (01) voyant baisse de pression d'huile
- Un (01) FAULT
- Un (01) voyant survitesse
- Un (01) voyant APU disponible
- Ecran d'affichage voltage batterie APU
- Ecran d'affichage (CDU)
- Détection incendie

A / Indicateur EGT :

Il est localisé dans le cockpit sur le panneau supérieur **P5** il comprend :

- Une (01) aiguille indicatrice de la température de gaz d'échappement
- Une (01) graduation de **0 à 1100 °C**

B / Voyant de maintenance :

Ce voyant s'allume bleu pour indiquer une baisse de quantité d'huile dans le réservoir. Il est localisé au cockpit sur le panneau supérieur **P5**, il est alimenté en **28 VDC**.

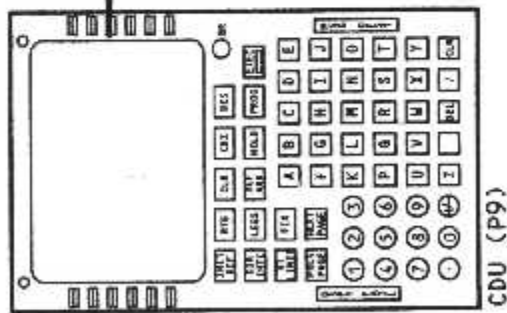
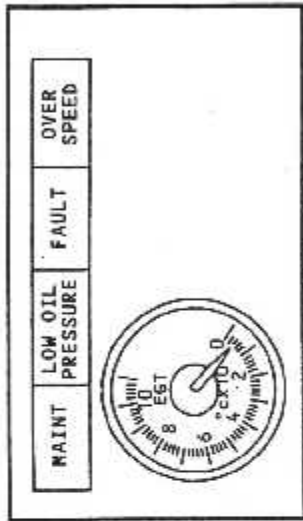
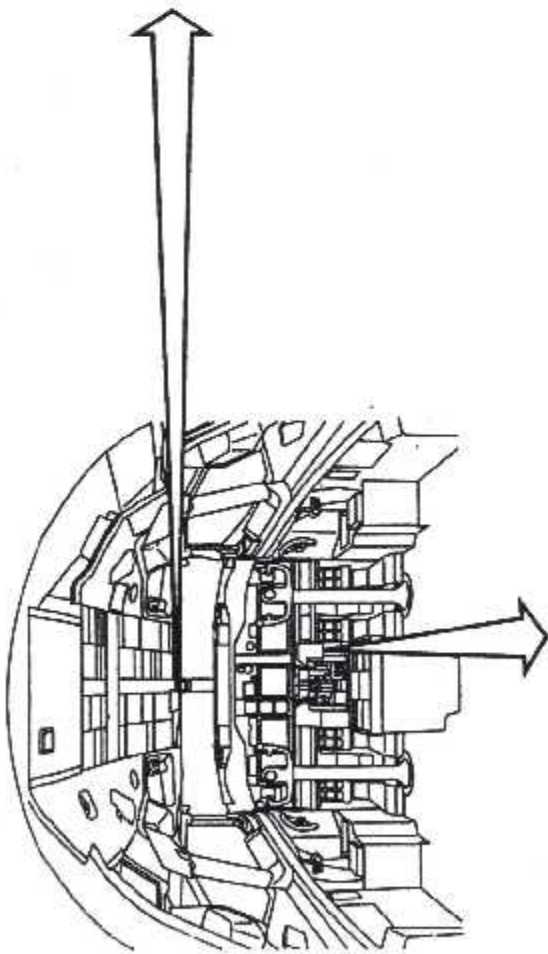
C / Voyant baisse de pression d'huile :

Il est localisé au cockpit sur le panneau **P5**, il s'allume ambre quand :

- Lors du démarrage et s'éteint à **30% RPM**
- Quand il y a un arrêt automatique de protection et il s'éteint à **30% RPM**

D / Voyant Fault :

Il est localisé au cockpit panneau supérieur **P5** il s'allume ambre dans les dix-sept (17) cas d'arrêt automatique de protection, ils s'éteignent à **30% RPM**.



INDICATIONS

E / Voyant de survitesse :

Il est localisé au cockpit panneau supérieur **P5** il s'allume ambre quand il y a une survitesse, il est alimenté en **28 VDC**.

F / Voyant APU disponible :

Il est localisé au cockpit panneau supérieur **P5** il s'allume bleu quand la vitesse de rotation de l'APU atteint **95% RPM**. Ce qui indique que l'APU est disponible à donner de :

- Energie électrique
- Energie pneumatique

Il est alimenté en **28 VDC**

G / Ecran d'affichage de voltage :

Cet écran est situé au cockpit panneau supérieur **P5** qui permet d'afficher le voltage de la batterie APU quand le sélecteur est mis sur batterie APU.

H / Ecran d'affichage (CDU) :

Cet écran est situé au cockpit panneau **P2**. Il permet d'affiché les données APU, le **BITE TEST** comprend :

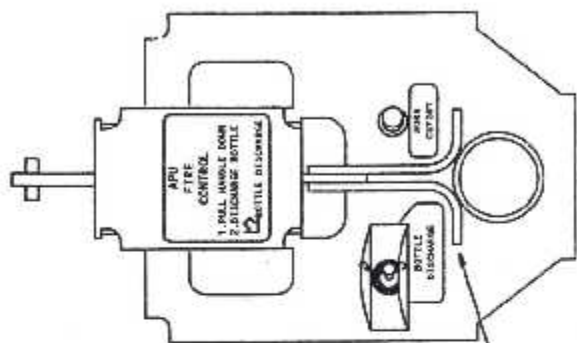
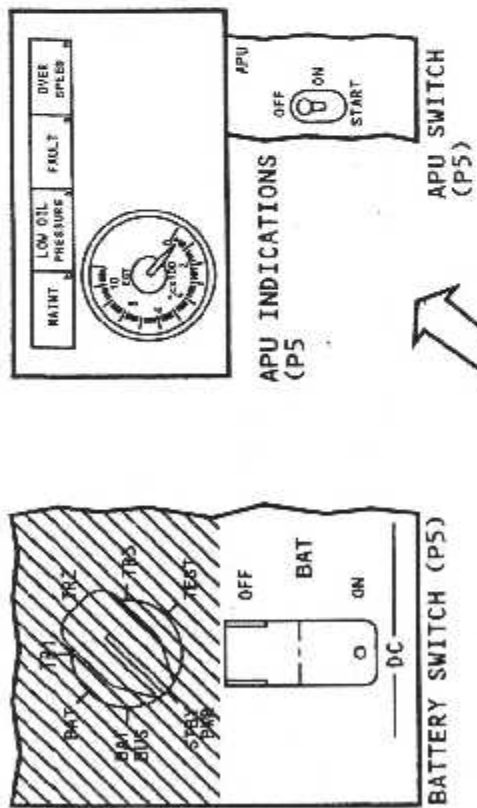
- **CURRENT STATUS**
- **FAULT HISTORY**
- **MAINTENANCE HISTORY**
- **IDENT / CONF**
- **INPUT MONITORING (REAL TIME DATA)**
- **OIL QUANTITY**

L'écran est alimenté en **115 VAC** à partir de la bus de transfert AC.

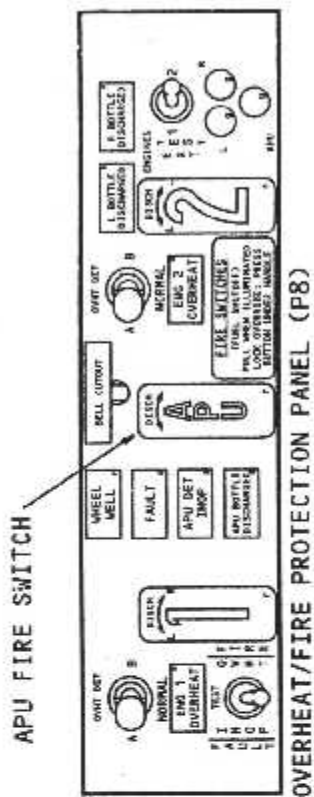
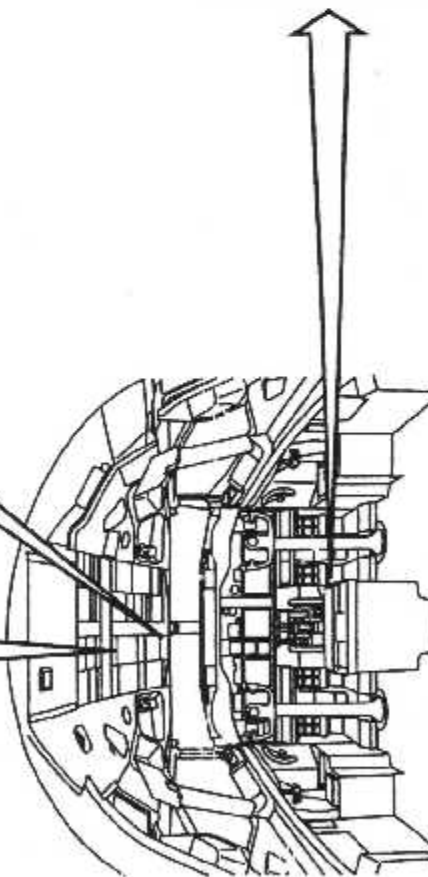
I / Détection incendie :

Le système de détection APU permet de détecter l'incendie APU. Ce système comprend :

- Une (01) poignée coupe feu au cockpit panneau **P8**
- Une (01) bouteille extincteur localisé dans le logement APU



P28 GROUND CONTROL PANEL



- Une (01) boucle de détection incendie
- Un (01) bouton de test incendie
- Un (01) bouton de test du système de percussion bouteille
- Un (01) voyant (APU DET INOP)
- Une (01) sonnerie et un bouton pour arrêter la sonnerie

Au logement train principal droit panneau **P 28**, on trouve :

- Un (01) poignée coupe feu
- Une (01) sonnerie
- Un (01) bouton pour arrêter la sonnerie
- Un (01) switch de percussion

CHAPITRE 3

III. SERVITUDES ALIMENTEES PAR L'APU :

L'APU alimente les servitudes :

- ELECTRIQUE
- PNEUMATIQUE

III.1/ SERVITUDE ELECTRIQUE :

L'APU par l'intermédiaire de son alternateur peut alimenter le réseau de bord électrique avion. Au sol jusqu'à une altitude de *12500m (41 000 pieds)*.

La génération électrique du *BOEING 737-800 NG* est composé de :

- DISTRIBUTION ALTERNATIVE
- DISTRIBUTION CONTINUE

A / DISTRIBUTION ALTERNATIVE :

La distribution alternative (*115 VDC*) est constituée des réseaux suivant :

- Transfer bus 1 et 2
- Maintenance bus 1 et 2
- Galley bus
- Ground service bus 1 et 2
- AC standby bus

Les caractéristiques électriques des sources alternatives sont :

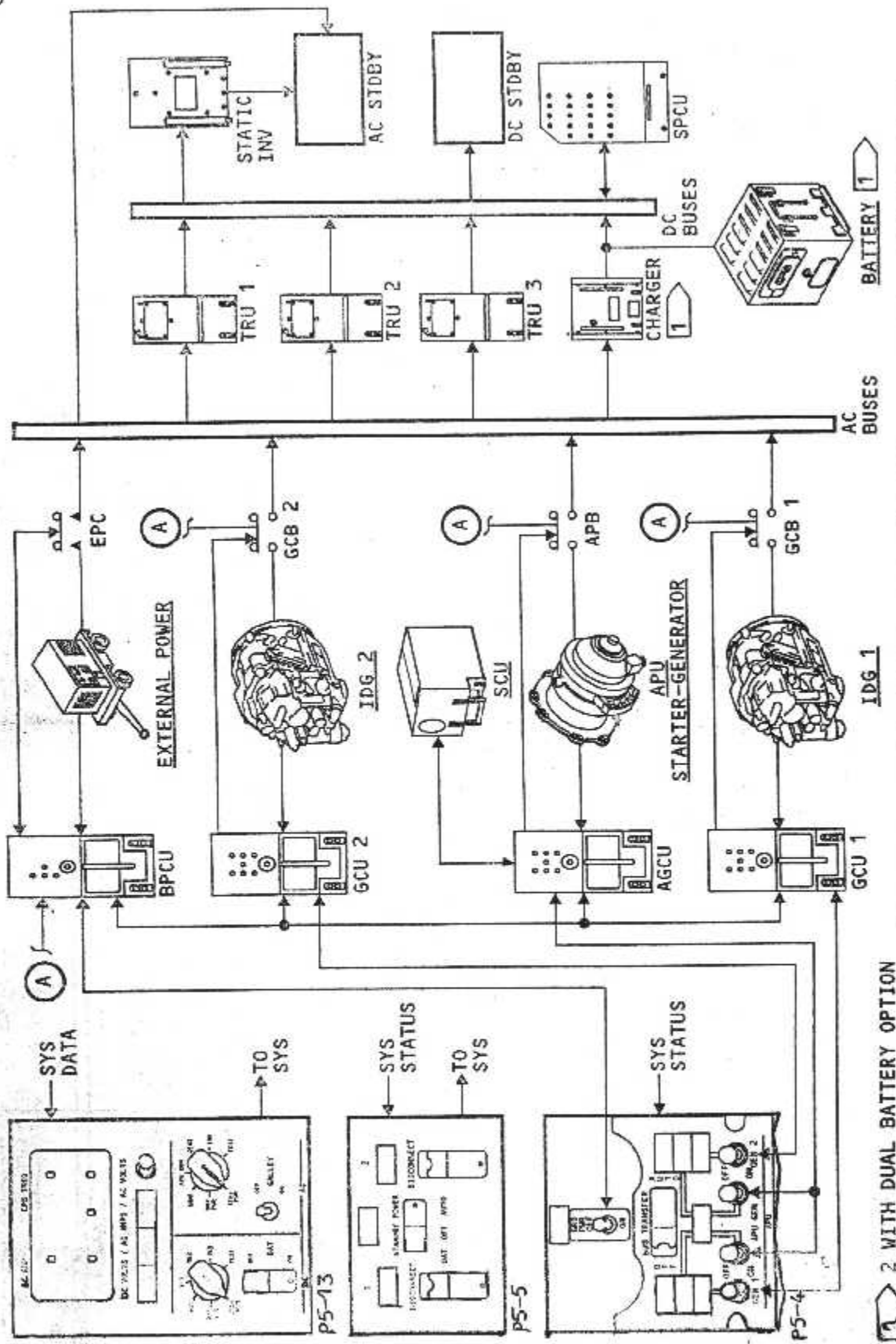
- Alimentation triphasée plus neutre à la masse
- Tension entre phase et neutre *115 VAC*
- Fréquence *400 HZ*
- Puissance nominale *90 KVA*

L'alternateur APU peut :

Alimenter toute la génération électrique du *BOEING 737-800 NG*

Au sol :

- Quand les moteurs sont à l'arrêt



2 WITH DUAL BATTERY OPTION

COMPOSANTS DE LA GENERATION ELECTRIQUE

- Quand le groupe de parc n'est pas disponible

En vol :

- Quand on perd un (01) ou deux (02) alternateurs moteurs.

B / DISTRIBUTION CONTINUE :

La distribution continue **28VDC** est constituée des réseaux suivants :

- DC bus 1
- DC bus 2
- DC standby bus
- Battery bus
- Hot battery bus
- Switched hot battery bus

Les DC bus 1 et 2, la DC standby et la battery bus sont alimentées par les transfer bus 1 et 2 via les transformateurs redresseurs 1,2 et 3. La hot battery bus et la switched hot battery bus sont alimentés par la batterie principale et la batterie auxiliaire.

III.2/ SERVITUDE PNEUMATIQUE :

L'énergie pneumatique de l'APU en provenance de son compresseur de prélèvement de charge sert :

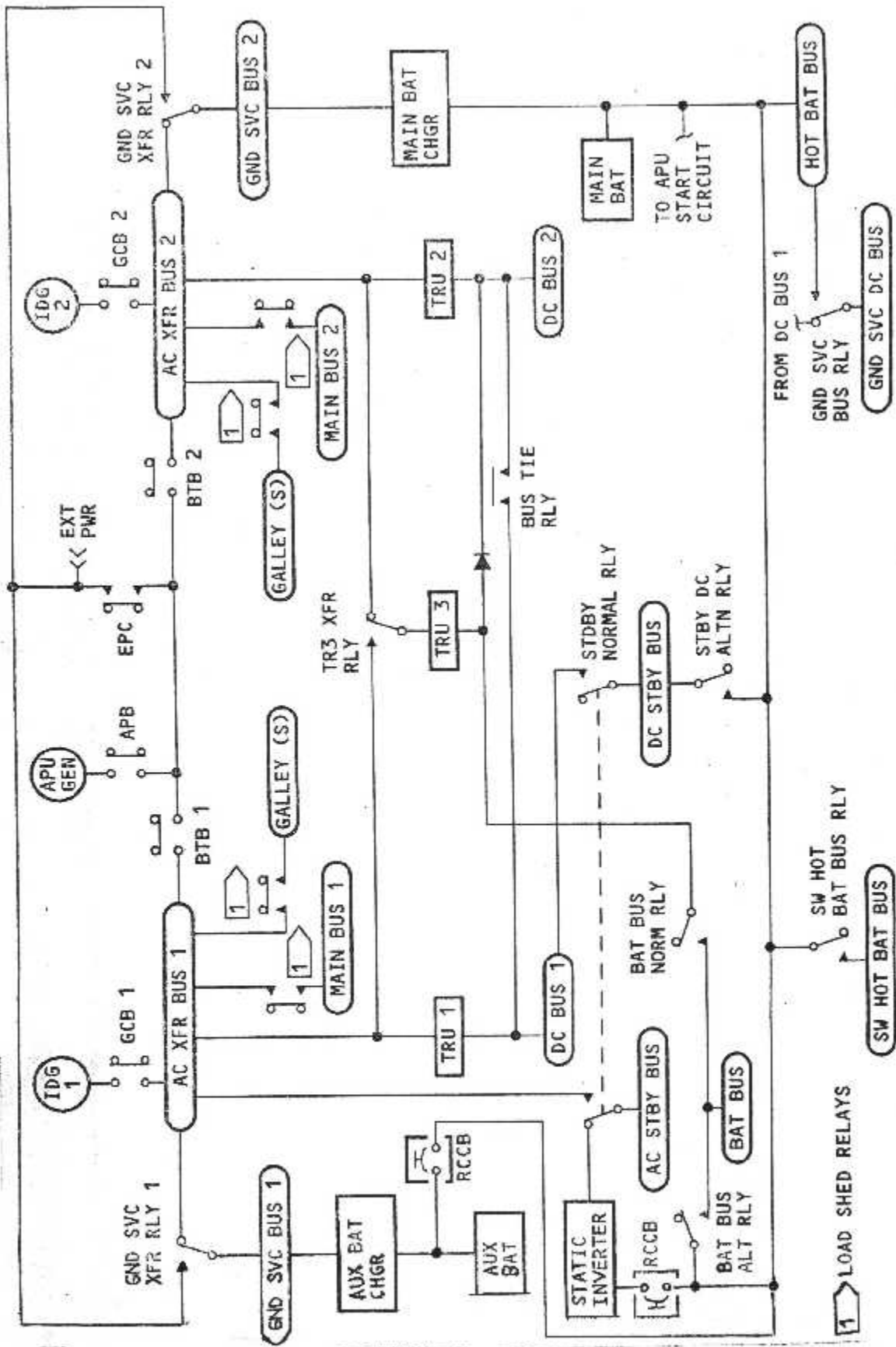
- Au démarrage réacteurs
- Au conditionnement d'air
- A la pressurisation

L'APU peut alimenter le collecteur pneumatique du sol jusqu'à une altitude de **5183 m (17 000 pieds)**

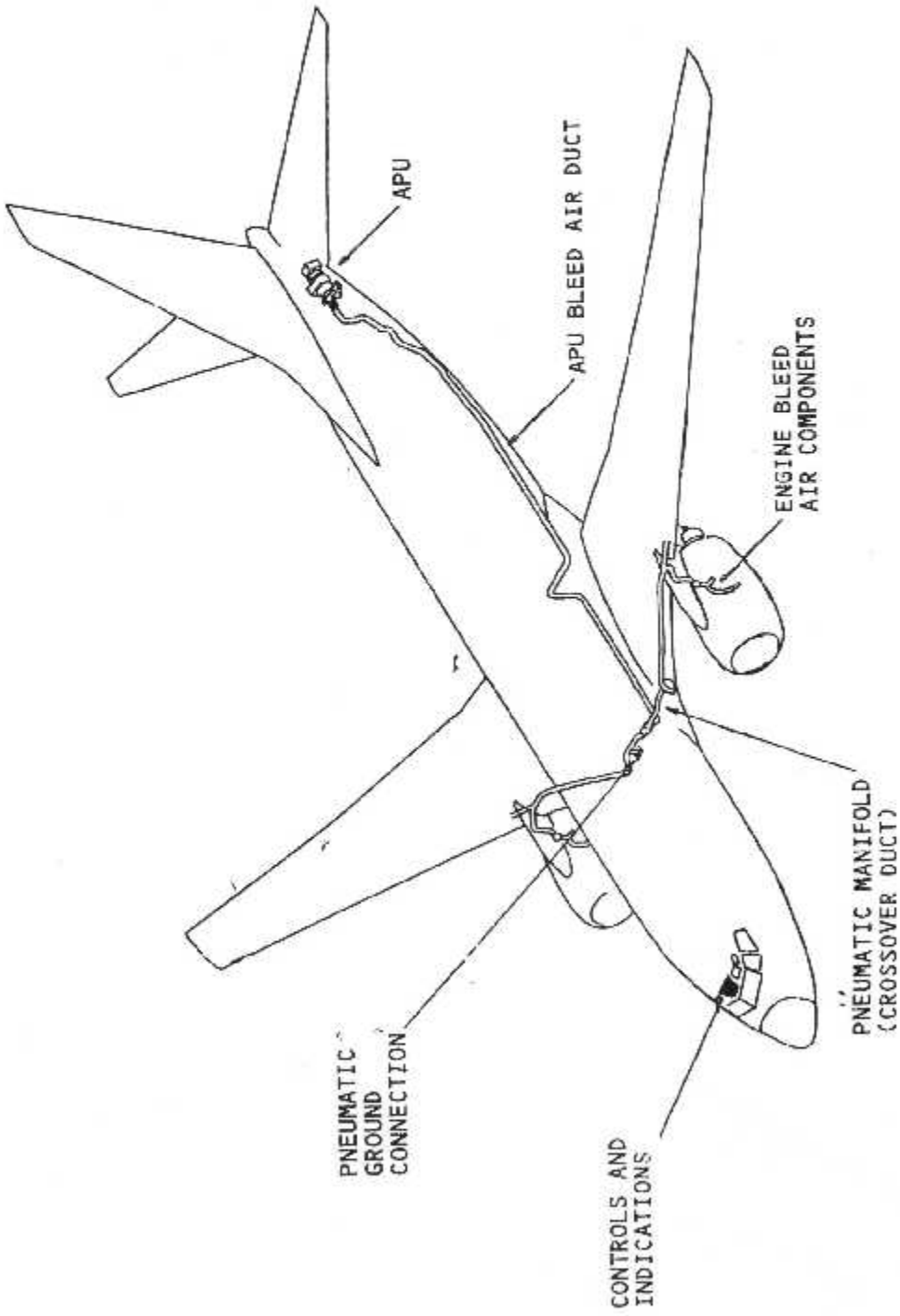
A / DEMARRAGE REACTEUR :

Pour pouvoir démarrer un réacteur trois (03) conditions sont nécessaires :

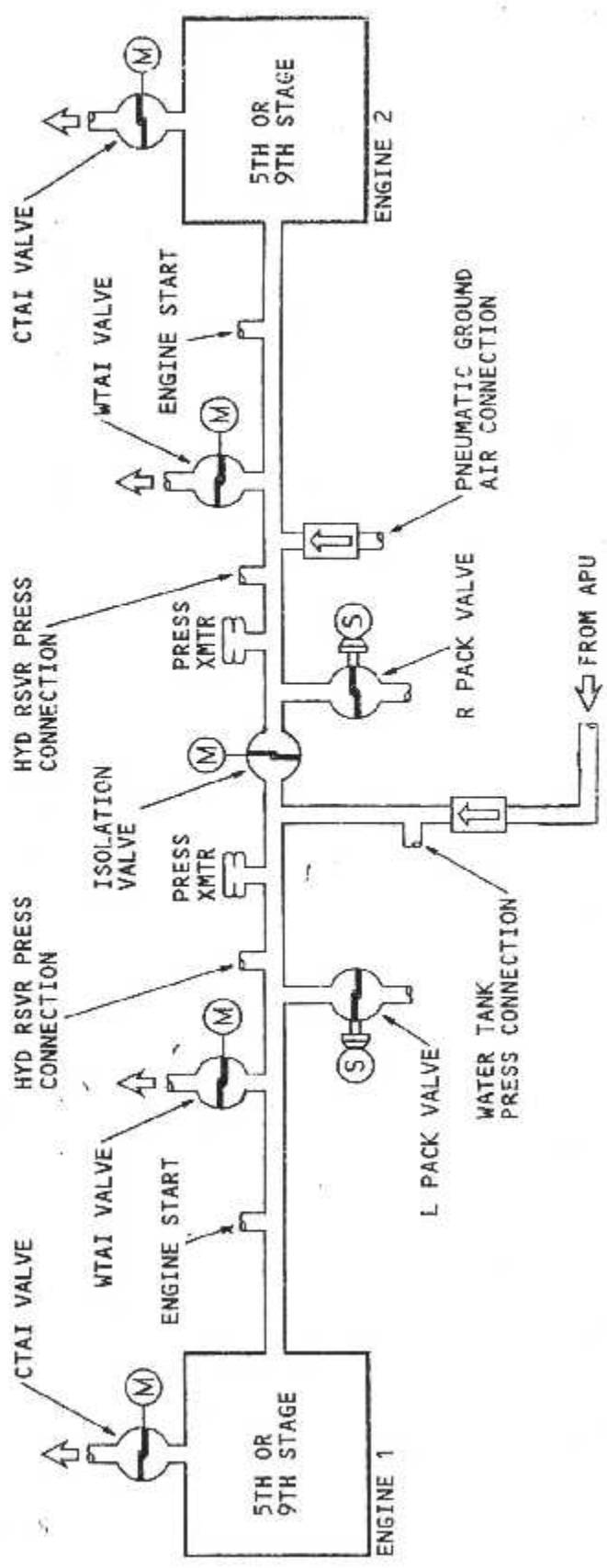
- Carburant
- Air
- Etincelle



DISTRIBUTION DE LA GENERATION ELECTRIQUE



LOCALISATION DU SYSTEME PNEUMATIQUE



DISTRIBUTION PNEUMATIQUE

Le réacteur du **BOEING 737-800 NG** est le **CFM 56-7B**, Son circuit de démarrage et d'allumage comprend :

- Une (01) vanne de démarrage
- Un (01) démarreur pneumatique
- Deux (02) boîtes d'allumage
- Deux (02) bougies
- Un (01) sélecteur de démarrage
- Un (01) sélecteur d'allumage

❖ Sélecteur de démarrage :

C'est un sélecteur à quatre (04) positions :

- **OFF**
- **GRD**
- **LOW**
- **FLT**

❖ Sélecteur de d'allumage :

Il comprend trois (03) positions :

- **Left**
- **Right**
- **Both**

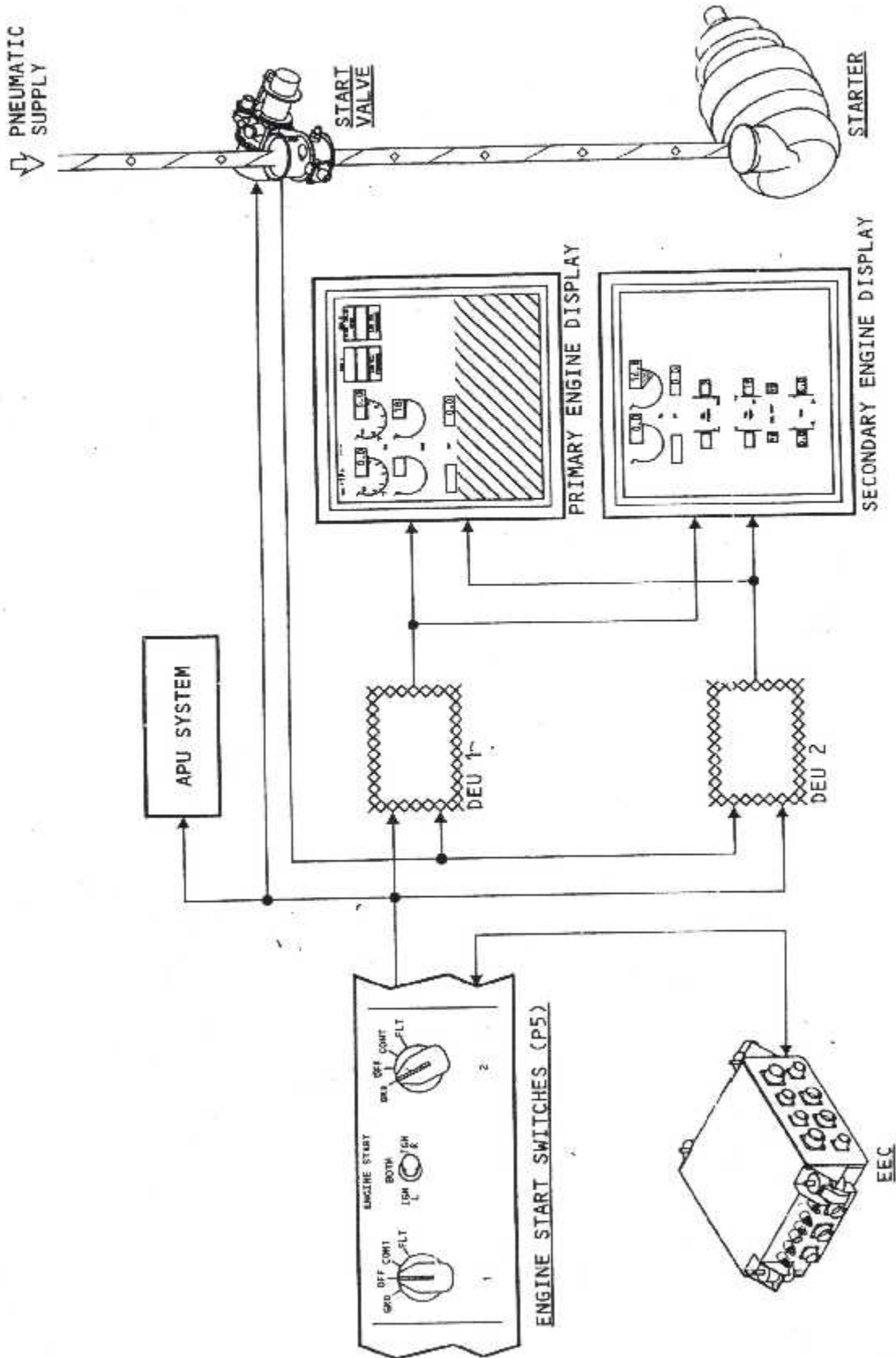
❖ SEQUENCE DE DEMARRAGE :

Pour pouvoir soutirer de l'air de l'APU pour démarrer le réacteur il faut :

- APU en marche
- Vitesse APU > 95% Switch de soutirage APU sur marche
- L'indication de pression d'air doit indiquer une pression de **40 PSI**

On met le sélecteur de démarrage moteur sur position **GRD** (sol)

On met le sélecteur d'allumage sur position **Left** ou **Right** ou **Both**



DEMARRAGE REACTEUR

Position GRD (sol) :

L'unité électronique de contrôle moteur (EEC) :

- Ouvre la vanne de démarrage
- Le voyant de la vanne de démarrage s'allume ambre
- Le démarreur tourne
- Le N2 accuse

A 25% N2 :

On met la manette de démarrage sur marche :

- La spar valve et la Engine valve s'ouvrent
- Les bougies sélectionnées s'excitent
- L'EGT accuse

Entre 52 et 56% RPM

L'unité électronique de contrôle moteur (EEC) :

- Ferme la vanne de démarrage
- Le voyant de la vanne de démarrage s'éteint
- Le démarreur s'arrête
- Le sélecteur de démarrage revient automatiquement sur position **OFF**

B / CONDITIONNEMENT D'AIR :

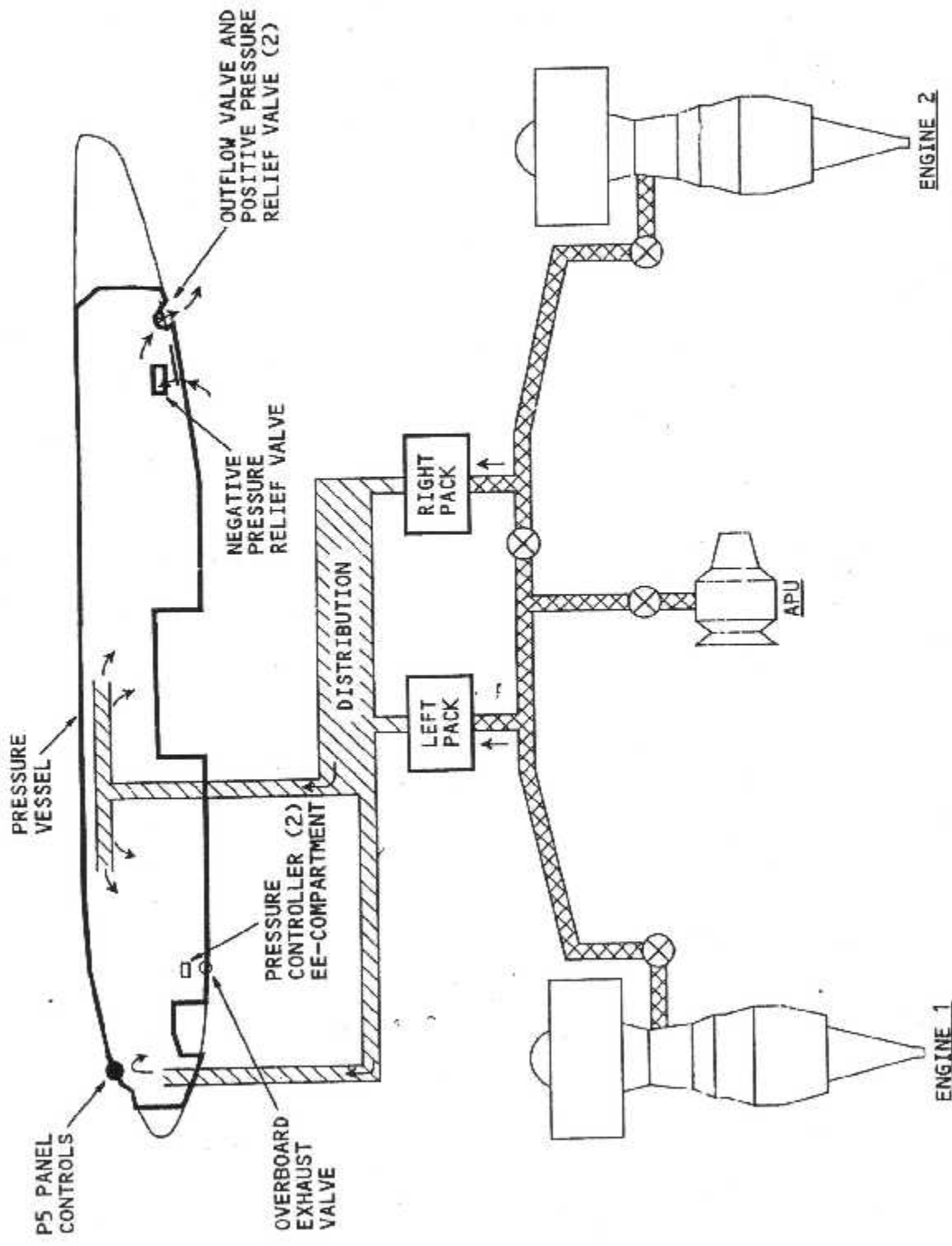
De l'air climatisé est envoyé dans la cabine passagers et le poste de pilotage puis dans les soutes pour être finalement extrait de l'avion par des soupapes de régulation de débit.

L'air climatisé est obtenu par le mélange d'air provenant d'un collecteur d'air chaud et d'un collecteur d'air froid.

Le collecteur d'air chaud est alimenté directement par le collecteur de génération pneumatique par une vanne d'air chaud.

Le collecteur de génération pneumatique peut être alimenté par :

- Un (01) prélèvement sur chaque réacteur
- Un (01) prélèvement sur l'APU
- Un (01) groupe au sol



CONDITIONNEMENT D'AIR

Le collecteur d'air froid est alimenté par deux (02) groupes de réfrigération appelés aussi groupes de conditionnement d'air.

Le groupe de conditionnement d'air comprend :

- Une vanne de groupe
- Un échangeur primaire
- Un échangeur secondaire
- Un compresseur
- Une turbine
- Un extracteur
- Deux séparateurs d'eau
- Un réchauffeur
- Un condensateur
- Des ram air
- Une vanne de contrôle de température
- Une vanne de contrôle de température secours
- Un switch de surchauffe compresseur
- Un switch de surchauffe turbine
- Un capteur de température du groupe de conditionnement d'air
- Un switch de surchauffe du groupe de conditionnement d'air

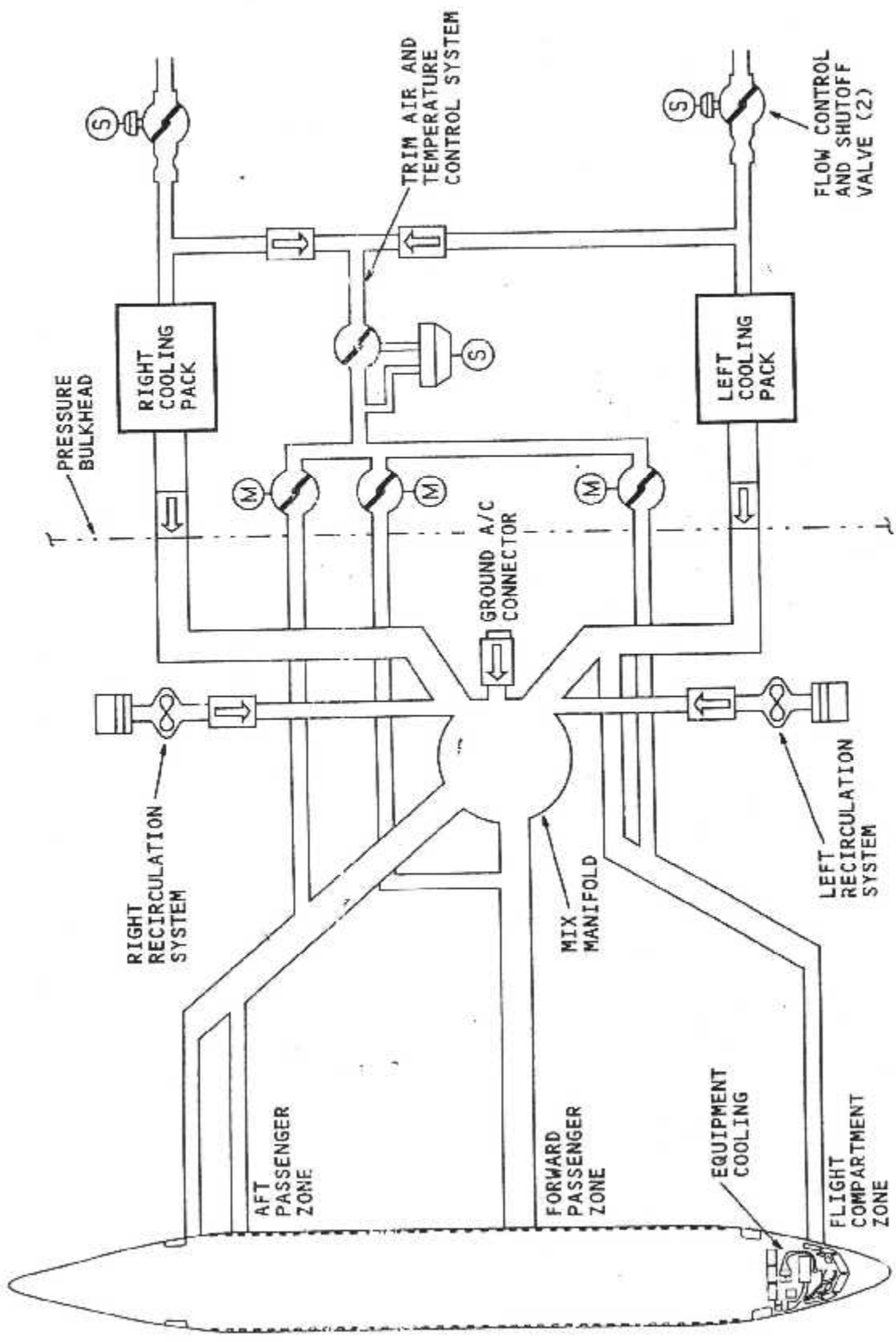
Sur le **BOEING 737-800 NG** les zones climatisées et ventilées sont :

- Le poste de pilotage (cockpit)
- La cabine passagers avant
- La cabine passagers arrière
- Les soutes avant et arrière
- La soute électronique est seulement ventilée

L'APU peut alimenter le collecteur pneumatique du sol jusqu'à **5183 m (17 000 pieds)**. L'air soutiré de l'APU passe à travers la vanne de soutirage APU et va vers les groupes de conditionnement d'air gauche et droit.

L'air chaud est alors climatisé pour être envoyé vers :

- Le poste de pilotage
- La cabine passagers avant
- La cabine passagers arrière



DESCRIPTION DU CONDITIONNEMENT D'AIR

La température de l'air conditionné est régulée automatiquement par des contrôleurs de température de zone, il y a :

- Un (01) contrôleur de température de zone pour le poste de pilotage
- Un (01) contrôleur de température de zone pour la cabine passagers avant
- Un (01) contrôleur de température de zone pour la cabine passagers arrier

Un système de pressurisation permet de maintenir une pression différentielle constante dans la cabine, le système comprend :

- Une (01) vanne de décharge
- Deux (02) vannes de pression positive
- Une (01) vanne de pression négative

❖ FONCTIONNEMENT :

De l'air sous pression en provenance de l'APU arrive aux groupes de conditionnement d'air gauche et droit.

La vanne de groupe contrôle le débit d'air, ce débit d'air passe à travers l'échangeur primaire puis vers le compresseur, du compresseur le débit d'air passe à travers l'échangeur secondaire.

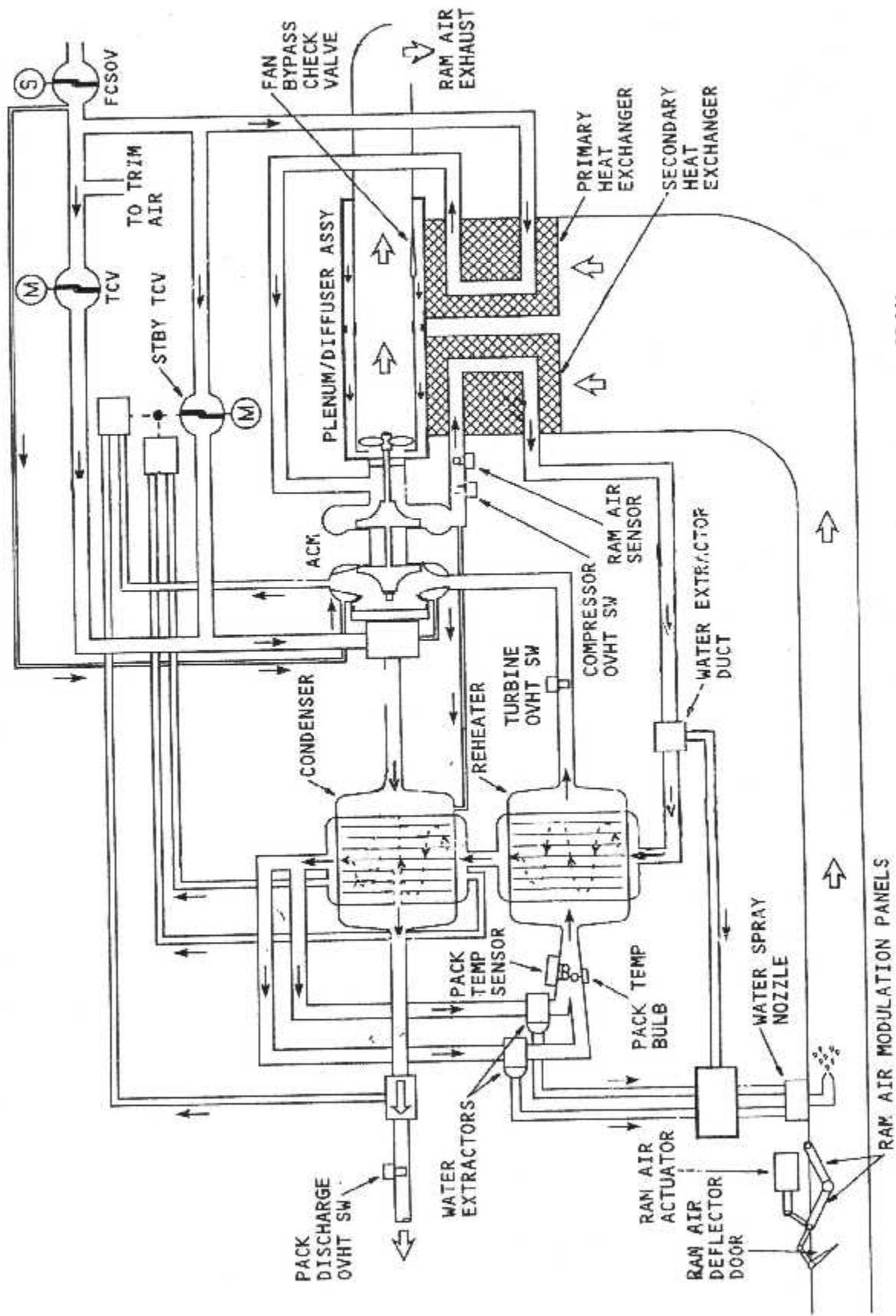
Les échangeurs primaire et secondaire sont refroidis par l'air ambiant via les ram air.

A la sortie de l'échangeur secondaire le débit d'air refroidit passe à travers un réchauffeur puis à travers un condensateur en suite à travers deux séparateurs d'eau pour extraire l'eau et l'humidité de l'air, cette eau est évacué ensuite dans les ram air.

A la sortie des séparateurs d'eau le débit repasse à travers le réchauffeur en suite l'air est acheminée à travers la turbine pour être refroidie. A la sortie de la turbinc on obtient de l'air conditionnée qui sera ensuite distribuée vers le cockpit, les cabines passagers avant et arrière.

Une vanne de contrôle de température permet de contrôle à la sortie de la turbine la température afin de garder la température de sortie turbine dans les tolérances et d'éviter la formation de givre à la sortie turbine.

Une vanne de contrôle de température secoure permet de contrôler la température à la sortie turbine en cas de défaillance de la vanne de contrôle de température turbine.



FONCTIONNEMENT DU CIRCUIT DE CONDITIONNEMENT D'AIR

CHAPITRE 4

CHAPITRE 4

IV/ MAINTENANCE :

La maintenance de l'APU 131-9B nécessite une maintenance préventive et curative pour augmenter sa durabilité ou diminuer les pannes en cours d'utilisation.

Cette maintenance consiste en deux (02) méthodes utilisées régulièrement :

- ENTRETIEN EN LIGNE
- ENTRETIEN EN ATELIER

IV.1/ ENTRETIEN EN LIGNE :

La maintenance en ligne engendre plusieurs inspections :

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

Sur cet APU la maintenance est très améliorée par l'introduction du calculateur l'unité de contrôle électronique (ECU) et le module de mémoire de données (DMM).

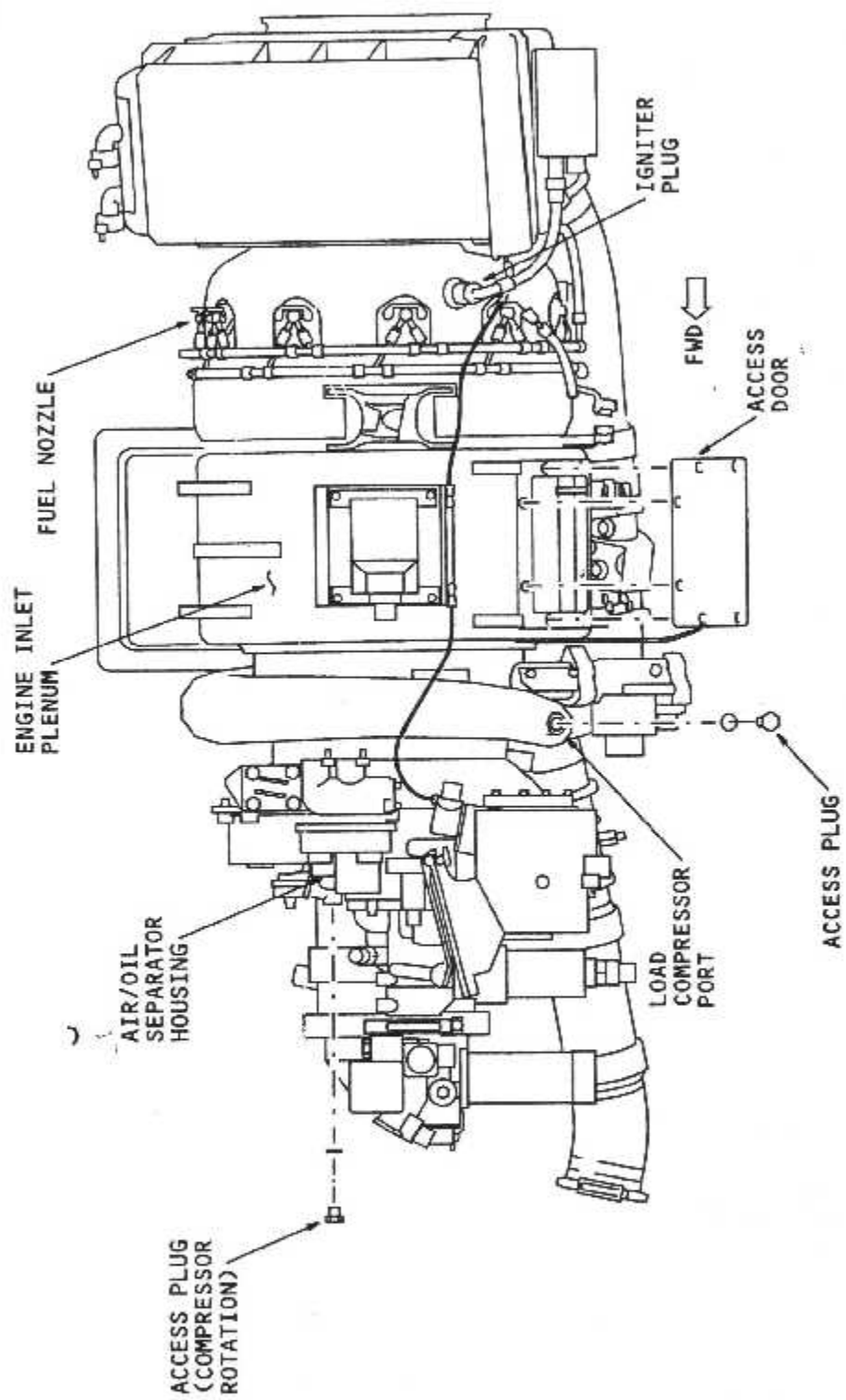
IV.1.1/ MODULE DE MEMOIRE :

Le module de mémoire est localisé sur le côté gauche de l'APU. Son rôle est de garder en mémoire :

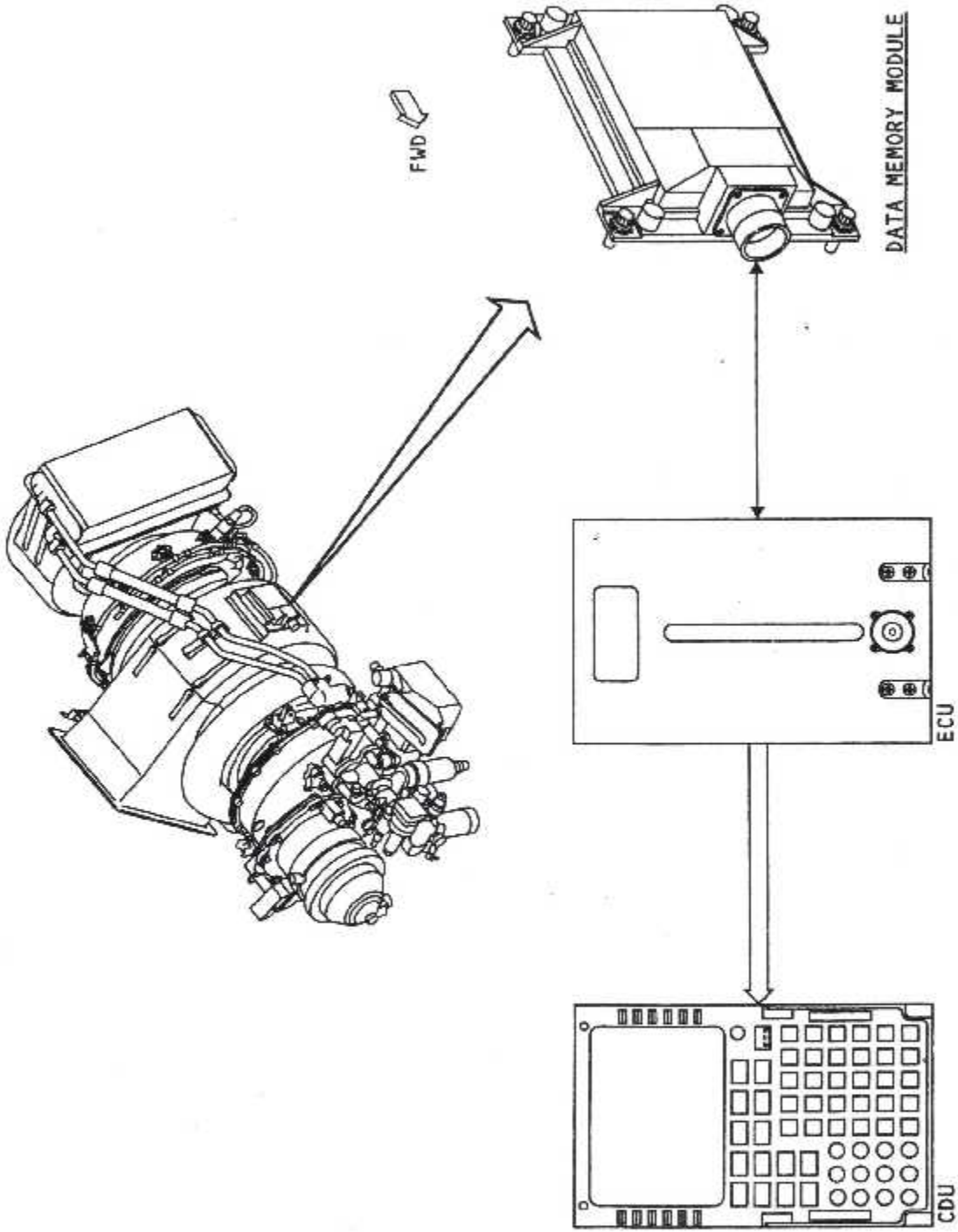
- Les données APU
- Les heures de fonctionnement APU
- Le numéro de série APU
- Le nombre de démarrage APU
- Le nombre d'arrêt APU
- Les données de démarrage

L'unité de contrôle électronique (ECU) contrôle les données qui vont vers le module de mémoire (DMM).

L'unité de contrôle électronique (ECU) lit la mémoire du module de mémoire (DMM) pendant la séquence de démarrage de l'APU et lui donne les informations récentes lors de l'arrêt APU.



INSPECTION BOROSCOPIQUE



FWD

DATA MEMORY MODULE

ECU

CDU

MODULE DE MEMOIRE

La mémoire du module de mémoire peut-être lue sur l'écran d'affichage (CDU). Les données APU sont classées en six (06) pages. Ces six (06) pages apparaissent sur l'écran d'affichage (CDU) :

- CURRENT STATUS
- FAULT HISTORY
- MAINTENANCE HISTORY
- IDENT/CONFIG
- INPUT MONITORING
- OIL QUANTITY

Pour avoir accès à ces pages il faut : Aller à l'écran d'affichage (CDU) et de :

- 1- Appuyer sur la touche INIT REF
- 2- Appuyer sur la touche INDEX
- 3- Appuyer sur la touche MAINTENANCE
- 4- Appuyer sur la touche APU

❖ Page current status :

Elle affiche les messages de maintenance détectés par l'unité de contrôle électronique (ECU) pendant le dernier cycle de l'APU.

❖ Page fault history :

Elle affiche la cause de l'arrêt automatique de protection, l'unité de contrôle électronique (ECU) mémorise jusqu'à trente (30) arrêts automatiques de protection.

❖ Page maintenance :

Elle affiche les messages de maintenance récents et anciens. L'unité de contrôle électronique (ECU) mémorise jusqu'à quatre vingt dix neuf (99) messages de maintenance durant les neuf cent quatre vingt dix neuf (999) dernières tentatives de démarrage.

❖ Page IDENT/ CONFIG :

Elle affiche les données d'identification et de configuration APU. Elle comprend deux pages.

MAINT BITE INDEX 1/1

ENGINES>

APU>

FQIS>

<FMCS

<DFCS

<A/T

<ADIRS

<CDS

<INDEX FMC DOWN LOAD>

□

■

□

□

□

□

APU BITE TEST 1/1

MAIN MENU

<CURRENT STATUS

<FAULT HISTORY

MAINTENANCE HISTORY>

<IDENT / CONFIG

<INPUT MONITORING

<INDEX OIL QUANTITY>

APU BITE TEST 1/11

FAULT HISTORY

FAULT LIGHT

MAINT MSG 49-41011

SEE FAULT ISOLATION MANUAL

NO FLAME SHUTDOWN

DATE GMT STARTS OLD

APR13 1149 0

CURRENT STATUS

OTHER

<INDEX OCCURRENCES>

APU BITE TEST 1/20

CURRENT STATUS

MAINTENANCE LIGHT

MAINT MSG 49-91227

LOW OIL QUANTITY

MOVE APU MASTER SWITCH TO OFF-THEN TO ON-TO CONFIRM REPAIR

<INDEX OCCURRENCES>

OTHER

PAGES

PAGE 1 :

Elle donne les données de l'APU :

- Numéro de série APU
- Heures APU
- Cycles APU
- Heures APU depuis l'installation sur avion

PAGE 2 :

Elle donne les données concernant l'unité de contrôle électronique (ECU) :

- Part Number
- Numéro de série
- Part Number du logiciel de fonctionnement

❖ Page INPUT/ MONITORING :

Elle affiche les données APU et les données avion. Elle comporte quatre (04) pages :

- PAGE 1
- PAGE 2
- PAGE 3
- PAGE 4

❖ Page OIL QUANTITY :

Elle affiche la quantité d'huile APU. Elle a une capacité d'afficher trois (03) niveaux d'huile :

- FULL
- ADD
- LOW

IV.2/ ENTERTIEN EN ATELIER :

L'APU est envoyé à l'atelier :

- En cas de panne sévère ne pouvant être dépannée en ligne
- Pour des travaux spécifiques recommandés par le constructeur (telle que partie chaude et révision générale).

En conclusion la maintenance de l'APU 131-9B a été facilité grâce à l'unité de contrôle électronique (ECU) et le module de mémoire (DMM).
Cette facilité se traduit par :

- Gain de temps
- Gain sur le coût économique de maintenance.

CONCLUSION :

L'étude que j'ai faite m'a permis de :

- Connaître les différents modules, accessoires et circuits de l'APU
- Connaître le fonctionnement de l'APU 131-9B
- Le rôle très important de l'APU 131-9B

Cet APU génère deux (02) énergies électrique et pneumatique pour le réseau électrique avion et pour le collecteur pneumatique au sol et en vol. Il peut servir de secours en vol :

- En cas de perte de la génératrice électrique (panne d'alternateur moteur)
 - En cas de perte du système pneumatique moteur
- Ces performances ont été améliorées

Il peut générer de l'énergie électrique jusqu'à *12500 m* et peut être redémarrer du sol jusqu'à *12500 m*.

➤ Cet APU peut être démarré soit :

- En 28 VDC par la batterie
- En 115 VAC par le groupe de parc

Cette nouveauté a été faite grâce à l'introduction du SPU (contrôleur de démarrage) et du SCU (convertisseur de démarrage)

➤ La maintenance de l'APU 131-9B a été facilitée par l'introduction des deux calculateurs (ECU, DMM), sur le CDU on peut avoir :

- Les pannes récentes (CURRENT STATUS)
- L'historique des pannes (FAULT HISTORY)
- L'historique de la maintenance (MAINTENANCE HISTORY)
- L'identification / configuration
- Les données réelles APU lors du fonctionnement
- La quantité d'huile

- Une autre nouveauté dans le circuit de démarrage c'est qu'on a créé un composant qui fait démarreur et alternateur.
- Cette petite expérience au sein des installations techniques de la compagnie nationale aérienne AIR ALGERIE m'a permis de mettre en pratique mes connaissances théoriques, de connaître le monde de la maintenance aéronautique et de me préparer à une vie professionnelle.

-GLOSSAIRE-

A:

- Access door = Porte d'accès
- Accessory Gear Box = Boîte d'entraînement des accessoires
- Actuator = vérin
- Actuator pressure regulator = vérin du régulateur de pression
- ADD = Ajouter
- AFT = Arrière
- AFT cargo compartment = soute cargo arrière
- Air conditioning module (P5) = module conditionnement d'air
- Air inlet door = Volet d'entrée d'air
- Air / GND = Air / Sol
- Ambient = Ambiant
- APU Bite test = Système de test incorporé à l'équipement
- APU control module (P5) = Module de contrôle APU
- APU DC boost pump = pompe de gavage DC de l'APU
- APU bleed = soutirage APU
- APU fire control module (P8) = Module de contrôle feu
- APU fire switch = poignée coupe feu
- APU fuel feed = Alimentation carburant de l'APU
- APU generator control unit = Contrôleur alternateur APU
- APU switch = interrupteur APU
- ARINC 429 = Aéronautical Radio Corporation 429
= Coopération Radio Aéronautique 429
- Available = disponible

B:

- Bat discharge = Décharge Batterie
- Battery switch = interrupteur Batterie
- Bleed Air système = circuit d'air
- Bleed air valve = vanne de soutirage
- Bus = Barre

C:

- Circuit breaker panel = panneau du circuit de disjoncteur

- Close = Ferme
- Combustor = Chambre de combustion
- Connector = Prise
- Contrôls = Contrôles
- Control Display Unit (CDU) = Ecran d'affichage
- Cooling air = Air de refroidissement
- Cooldown timer = Temporisateur de refroidissement
- Current status = Etat récent

D:

- DATA Memory Module (DMM) = Module de Mémoire de Donnée
- Delta pindicator = Indicateur de colmatage
- Differential pressure regulation = Indicateur de pression différentielles
- Diffuser = Diffuseur
- Drains = Drains
- Drain collector CVP = collecteur de drainage
- Drain mast = Réservoir de drainage
- AP – Pression dynamique

E:

- Eductor inlet DUCT = Entrée conduit de refroidissement
- E/F compartment = Soute électronique
- Electrical connector = prise électrique
- Electronic Control Unit (ECU) = unité de contrôle électronique
- Electric load = charge électrique
- Exhaust = Echappement
- Exhaust DVCT = Conduit d'échappement
- Exhaust gas temperature = température des gaz d'échappement

F:

- Fault = Faute (Panne)
- Fault history = Historique des pannes (Fautes)
- F = Fahrenheit
- Filter = filtre
- Filter Bypass switch = switch de colmatage
- filter Bypass valve = Bypass vanne
- Flap = Volet
- Flight compartment = Poste de pilotage
- Flow divider = Diviseur de débit carburant
- Flow divider solenoid = solenoïd du débit carburant

- Flow meter = débit mètre
- Fuel control = Régulateur carburant
- Fuel manifold = Rampe carburant
- Fuel metering valve = galet doseur
- Fuel nozzles = Injecteurs carburant
- Fuel shut off valve = vanne carburant
- Fuel solenoid valve = vanne solénoïd carburant
- Fuel système = circuit carburant
- Full = Plein
- FT = Pied
- FWD = FORWARD
= Avant

G:

- Ground control panel (P 28) = Panneau de contrôle

H:

- Height = Hauteur
- Height pressur filtre = Filtre haute pression
- Hot Battery Bus = Bus Batterie chaude
- Housing = Logement

I:

- INPUT = Entrée Ident/ Config
= identification / configuration
- Igniter plug = Bougie (Allumeur)
- Ignition start system = Circuit d'allumage et de démarrage
- Ignition Unit = Boite d'allumage
- Indicating System = Circuit d'indication
- Inlet filtre = Entrée Filtre
- Inlet guide vanes = Aubes Mobiles régulatrices de débit d'air
- Inlet Plenum = Entrée chambre de tranquillisation
- INPUT Monitoring = Donnée de suivi APU

K:

- KVA = Kilovolt Ampère

L:

- Left = Gauche
- Length = Longueur
- Load Compressor = Compresseur de prélèvement de charge
- Low oil pressure = Baisse de pression d'huile.
- Lubrication system = Circuit de graissage.
- Lube Module = Bloc pompes d'huile
- LVDT = Linear Variable Displacement Transducer
= Transducteur Linéaire de Déplacement Variable

M:

- Magnetic Plug = Bouchon magnétique
- Maint = Maintenance
- Maintenance History = Historique de la Maintenance
- Master Caution = Avertisseur de défaut
- MES = Main Engine Start
Démarrage Réacteurs
- Mount = Point d'attache
- Muffler = Silencieux

N:

- N = Vitesse de rotation

O:

- Oil Cooler = Radiation d'huile
- Oil Fill Port = Bouchon de remplissage d'huile
- Oil Level sight gage = Fenêtre indicatrice de niveau d'huile
- Oil Pressure regulator = Régulateur de pression d'huile
- Oil quantity = Quantité d'huile
- Oil Temperature = Température d'huile
- Open = Ouvert
- Over fill Port = Bouchon de trop plein
- Over Heat / Fire protection Panel (P 8) = Panneau de surchauffe et de détection incendie.
- Over speed = Survitesse
- Out put = Sortie

P:

- Plug = Bouchon
- Pneumatic Load = Charge Pneumatique
- Power Section = Section de puissance
- P2 = Pression (P2) à l'entrée de la chambre de tranquillisation
- Pressure Fill Port = Bouchon de remplissage par pression
- Pressure Sensors = Capteurs de pression
- Pressurizing Valve = Vanne de pressurisation (Mise en pression)
- Primary = Primaire
- Protective Shutdown = Arrêt de protection
- PS = Pression statique
- PSI = Pound Square INCH
- PT = Pression totale

R:

- Regulted Pressure = Pression régulée
- Relief Valve = Clapet de surpression
- Return = Retour
- Right = Droit
- Right Wheel Weel = Train principal droit
- RVDt = Rotary Veriàble Dispiacement Transducer
Transduseur Rotatif de déplacement Variable

S:

- Scavenge Filtre = Filtre de récupération
- Sea Level = Niveau de la mer
- Secondary = Secondaire
- SHUT Down = Arrêt
- Start Converter Unit (SCU) = Convertisseur de démarrage
- Start Power Unit (SPU) = Contrôleur de démarrage
- Starter/ Generator = Démarreur / Alternateur
- Supply = Alimentation
- Surge Control Valve = Vanne de décharge

T:

- Temperature Control Valve = Vanne de Contrôle de température
- To Deenergize = Désexciter
- To Energize = Exciter
- Transfer Bus 1 (115 VAC) = Bus de transfert 115 VAC 1
- T2 = Température (T2) à l'entrée de la chambre de tranquillisation

V.:

- Vibration Isolator = Amortisseur de vibration
- Vortex Generator = Génération de tourbillons

W.:

- Width = Largeur
- Wiring Harness – Harnais Cablage électrique.

-BIBLIOGRAPHIE-

- Flight Safety Boeing
- Allied Signal (Engine Manual)
- Air Algérie (Manuel de Maintenance)