

REPUBLICQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE SAAD DAHLEB DE BLIDA
INSTITUT D'AERONAUTIQUE

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

En vue de l'obtention du Diplôme d'Etudes Universitaires
Appliquées en Aéronautique
OPTION AVIONIQUE

Thème

ETUDE ET REALISATION D'UN BANC D'ESSAI POUR SYSTEME
DE CONTROLE ET DE REGULATION DE TEMPERATURE
APU & PACK TEMPERATURE CONTROLLER



Réalisé par

© Melle. Boubrim Sihem
© Melle. Bourouais Hana

Promoteur

Mr. Basaid Djamel
CO-promoteur
Mr. Dilmi Ismail

ORGANISME D'ACCUEIL : DIRECTION TECHNIQUE

الخطوط الجوية الجزائرية
AIR ALGERIE

PROMOTION 2002



*L'avion ! l'avion ! qu'il monte dans les airs,
Qu'il plane sur les monts, qu'il traverse les mers*

Qu'il aille regarder le soleil comme Icare

Et que plus loin encore un avion s'égaré

Et trace dans l'éther un éternel sillon

Mais gardons-lui le nom suave d'avion

*Car du mot magique les cinq lettres habiles
Eurent cette vertu d'ouvrir les ciels mobiles.*

Guillaume Apollinaire

REMERCIEMENTS

Nous remercions le bon dieu qui nous a donné la patience et le courage, grâce auxquels nous avons pu achever ce mémoire.

Nous exprimons nos vifs remerciements et notre profonde reconnaissance à notre promoteur Mr. Basaid Djamel pour son encadrement et ses conseils,

Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude à tous les gens d'AIR ALGERIE qui ont contribué à la réalisation de ce projet :

Mr. Ridouh, Mr. Belounes, Mr. Khelil et Mr. Lafer Pour la bonne prise en charge.

Fayçal, Aziz, Samira, Mérièm, Tarek, Redouane et Yacine pour le temps sacrifié et pour tout l'intérêt qu'ils ont porté à notre égard,

De même, nous remercions notre co-promoteur Mr. Dilmi pour son aide et sa collaboration, ainsi que tous les enseignants et les étudiants de l'institut d'aéronautique de Blida pour leur soutien et encouragement,

Enfin, nous remercions toute personne ayant participé de loin ou de près à la réalisation de ce modeste travail.

Hana & Sihem



Dédicaces

Au terme de ce merveilleux voyage d'étude et de recherche, j'ai la joie de dédier ce modeste travail :



Pour leur soutien affectueux,

♥ A mon cher père et à ma chère mère



pour leur aide indéfectible,

☀ A mes frères et sœurs

☀ A tout le personnel d'Air Algérie, particulièrement à celui des ateliers électronique et pilote automatique



Pour leur encouragement précieux,

☺ A ma chère amie Hafida

☺ A mes amies Nabila et Naima

☺ A mes camarades : Hana, Soumia, Sonia, Yasmina, Habiba, Naima, Ghanima, Amel, Rachid et Sofiane...

☺ A Yacine de l'USTHB

Sihem



Dédicace

→ Je dédie ce modeste travail à celle qui s'inquiète toujours pour moi, et celui qui est mon fondateur par son exemple d'éducation, mes chères parents, qui par leur énorme sacrifices et soutien m'ont offert toutes les conditions favorables dont j'avais besoin tout au long de mes cursus, et qui par leur présence à mes cotés m'ont rendu la vie heureuse.

→ A ma formidable sœur ZINOUBA.

→ A mes chères adorables frères :ATIF , ABD EL DJALIL , DIEA EDDIN et ISLEM.

→ A mes très chères grand-mère et grand père.

→ A mes oncles et tontes paternels et maternels ainsi que leurs familles, surtout ma tonte EMBARKA.

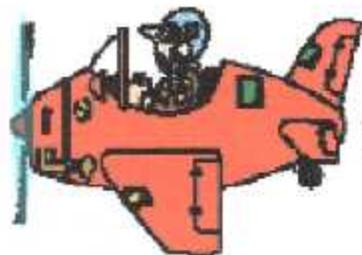
→ A tous qui prit le nom BOUROVAIS et MADDI

→ A monsieur et madame KELAILIA ainsi que leur enfants :SARA ,SAMIA et SiD AHMED.

→ A mes amies de l'enfance, jusqu'à ce moment, et particulièrement à HASSINA et FATIHA.

→ A notre caméra-man EL HADDI

→ A l'ensemble de mes enseignants du primaire jusqu'à l'université de BLIDA.



HANA

ABREVIATIONS

Abréviation	Anglais	Français
AFT	After	Arrière
APU	Auxilliary Power Unit	Groupe auxiliaire de puissance
AUTO	Automatic	Automatique
BITE	Built In Test Equipement	Test incorporé au système
COMP	Compartment	Compartment
ECAM	Electronic Centralised Aircraft Monitor	Centrale d'alarme
ECB	Electronic Control Box	Boîtier de contrôle électronique
ENG	ENGINE	Moteur, réacteur
FWD	Forward	Avant
GRND	Ground	Sol
HP	High Pressure	Haute Pression
IP	Intermediate Pressure	Pression Intermédiaire
LRU	Line Repleaceable Unit	Module remplaçable en ligne
MAN	Manual	Manuel
MID	Middle	milieu
OFF/R	Off/ Reset	Coupé/réarmé
OVHT	Overheat	Surchauffe
PSI	Pound/ Square Inch	Livre/pouce carré
PTT	Push To Test	Appuyer pour test
SD	System Display	afficheur
WD	Warning Display	Ecran ECAM
WLDP	Warning Light Display Panel	Panneau d'alarme

RÉSUMÉ

Le travail que nous avons mené concerne une étude sur l'accessoire « APU & pack temperature controller » équipant l'Airbus A310 ; ainsi que la réalisation de son banc d'essai effectuée dans les ateliers d'Air Algérie,

Le travail présenté comporte quatre chapitres :

Le premier chapitre présente le système de conditionnement d'air à bord de l'avion,

Dans le second chapitre, nous avons expliqué le contrôle de la température de pack,

Le troisième chapitre est destiné à l'étude du contrôleur de liaison « APU & pack temperature controller »

Le chapitre 4 est consacré à l'étude et à la réalisation du banc d'essai,

La procédure de test de l'accessoire à l'aide du banc d'essai est donnée dans l'annexe III,

Enfin, nous avons donné l'essentiel des résultats de notre travail sous forme d'une conclusion générale.

SUMMARY

The subject of the thesis, which we developed concerns a study of « APU & Pack temperature controller » which equips the Airbus A310. And also the realisation of its test panel.

We divided our work into four chapters :

In the first chapter, we presented the air conditioning system within the airplane,

In the second one, we explained how to control pack temperature,

The third chapter presents the operation of « APU & pack temperature controller »,

The last chapter is destined to the realisation of the test panel.

Finally, we finished by a conclusion which shows the results of our work.

ملخص

إن كان الحديث عن تحسين مردود الطائرة وتوفير راحة الركاب و أمانهم، قد نأت على ذكر عدة شروط ، لكن من أهمها طريقة توزيع الهواء داخل مقطورة الركاب تحت ضوابط قياسية على مستوى الحرارة والضغط المناسبة لحياة الإنسان على طول مدة رحلته في الطائرة.

لهذا ولأن أي جهاز في الطائرة معرض للعطل ، كذلك الجهاز المشترك لمراقبة حرارة الهواء المستخلص من المحرك الإضافي APU ومحرك تكييف الهواء PACK ، قمنا بإنجاز " جهاز تجريب" ليساعد على توضيح مكان العطل و تسهيل عملية التصليح على مستوى ورشات الصيانة للخطوط الجوية الجزائرية.

على ضوء ما سبق أنجزنا بحثا متواضعا يتضمن الأقسام التالية:

المبحث الأول: عبارة عن عموميات حول طريقة توزيع الهواء داخل الطائرة بدءا من مرحلة استخلاصه من المحركات فتبريده، إلى غاية تكييفه و حاجة الكائن الحي على متن الطائرة .

المبحث الثاني: يتضمن دراسة جهاز مراقبة حرارة محرك تكييف الهواء.

المبحث الثالث: دراسة مفصلة للجهاز المشترك لمراقبة حرارة الهواء المستخلص من المحرك الإضافي و محرك تكييف الهواء.

المبحث الرابع: دراسة جهاز التجريب المنجز.

SOMMAIRE

Introduction	1
Description de l'Airbus A310.....	2
Chapitre I Conditionnement d'air	
I.1.Généralités sur le conditionnement d'air.....	4
I.2.Climatisation et pressurisation.....	6
I.3.Organisation du système de conditionnement d'air.....	9
I.3.1.Système de prélèvement d'air moteur.....	9
I.3.1.1. Structure du réacteur.....	9
I.3.1.2. Système de prélèvement d'air.....	10
I.3.1.3. Architecture d'un système de prélèvement d'air moteur	10
I.3.2.Système de refroidissement de l'air.....	12
I.3.2.1.Description du pack.....	13
I.3.2.2. Vanne de pack.....	13
I.3.2.3.Prise d'air dynamique de secours.....	17
I.3.2.4.Prise d'alimentation par un groupe au sol.....	19
I.3.2.5. Vanne d'air chaud.....	19
I.3.3. Source d'alimentation auxiliaire APU.....	21
I.3.3.1 Généralités.....	21
I.4.Système de distribution et de régulation de la température des zones cabine.....	25
I.4.1Vanne de climatisation.....	25
I.4.2. La régulation de température.....	27
I.4.2.1Généralités.....	27
I.4.2.2.Principe de fonctionnement.....	27
I.4.2.2.a La climatisation et les packs en automatique.....	30
I.4.2.2.b. La climatisation en manuel et les packs en automatique	30
I.4.2.2.c. La climatisation et les packs en manuel.....	30
I.4.2.3. Les sondes utilisées à la régulation de la température de zone.....	32
I.4.2.4.Distribution cabine.....	32
I.4.3.Climatisation des soutes.....	32
Chapitre II Contrôle de la température de pack	
II.1Généralités.....	37
II.2.Régulation de la température du pack.....	37
II.3.Description des composants.....	39
II.3.a. Vanne by-pass turbine	39
II.3.b.détecteur de la température d'entrée turbine.....	39
II.3.c.actuateur de la vanne by-pass turbine.....	39
II.3.d Détecteur de contrôle de la température de pack	39
II.3.e. Détecteur de la température de décharge du pack.....	39
II.4.Commandes et contrôles.....	42
II.5.Protection surchauffe de pack.....	44
II.6.Contrôleur de la température de pack.....	45
II.6.1. Description.....	45
II.6.2. Fonctionnement.....	45

II.6.2.a. le module de puissance.....	45
II.6.2.b. le module d'entrée.....	45
II.6.2.c. le module de modulation.....	45
II.6.2.d. le module de sortie.....	46
II.6.2.e. condition d'équilibre.....	46
II.6.2.f. déséquilibre modéré.....	46
II.6.2.g. déséquilibre extrême.....	46

Chapitre III **Contrôleur de liaison**

III.1.introduction.....	49
III.2.Rôle du contrôleur de liaison.....	49
III.3.Fonctionnement.....	53
III.3.a. Fonction interface pack zone.....	53
III.3.a.1 Discriminateur de demande de la plus basse température.....	53
III.3.a.2 Canal du pack 1.....	53
III.3.a.3. Canal du pack2 et 3.....	53
III.3.a.4. Fonction de commutation ON-OFF des packs.....	54
III.3.a.5. Fonctionnement en mode manuel.....	57
III.3.b. Fonction interface APU-Zone.....	57
III.3.b.1. Canal de demande de plus de refroidissement.....	57
III.3.b.2. Canal de demande de plus de chauffage.....	58
III.3.b.3. Circuit de commande de la vitesse.....	59
III.3.b.4. Discriminateur de demande de plus chaud/froid de l'APU.....	59
III.3.b.5. Protection contre les courts circuits.....	59
III.3.b.6. Alimentation.....	61
III.3.c. BITE.....	63
III.3.c.1. Alimentation du BITE.....	63
III.3.c.2. Commutateur du BITE.....	63
III.3.c.3. Circuit window.....	66
III.3.c.4. Circuit de temporisation.....	67
III.3.c.5. Circuit de commande de la lampe verte GO.....	67
III.3.c.6. Circuit de commande de la lampe rouge NOGO.....	68
III.3.c.7. Circuit de blocage.....	68
III.3.c.8. surpassement du temporisateur.....	69
III.3.c.9. Circuit logique.....	69
III.3.c.10. Défaut extérieur avec indication de pas de défaut.....	70
III.3.c.11. Fonctionnement du BITE.....	70
III.4. Fonctionnement en mode automatique et manuel.....	75
III.4.A. Contrôle automatique de la température de pack.....	75
III.4.A.1. Au démarrage.....	75
III.4.A.2. Les deux packs fonctionnent.....	75
III.4.A.3. Un seul pack fonctionne.....	75
III.4.A.4. Contrôle de la température.....	75
III.4.B. Contrôle manuel de la température.....	76

Chapitre IV **Etude et réalisation du banc d'essai**

IV.1. Introduction.....	79
IV.2. Objectif.....	79
IV.3. Etude du banc d'essai.....	79

IV.3.1. Schéma synoptique du banc d'essai.....	79
✱ IV.3.1.a. Etude de l'alimentation.....	80
IV.3.1.a.1. Transformation de la tension.....	82
IV.3.1.a.2. Redressement.....	82
IV.3.1.a.3. Filtrage.....	82
IV.3.1.a.4. Ballast.....	82
IV.3.1.a.5. Régulation.....	82
IV.3.1.a.6. fonctionnement de l'alimentation.....	83
IV.3.1.b. étude des amplificateurs opérationnels.....	85
IV.3.1.b.1. montage suiveur.....	85
IV.3.1.b.2. le montage atténuateur.....	87
IV.3.1.c. étude des circuits diviseurs de tension.....	89
IV.5. réalisation du banc d'essai.....	93
IV.5.a. réalisation des cartes électroniques.....	93
IV.5.b. vue de face du banc d'essai.....	93
IV.6. procédure de certification.....	99
Conclusion	102
Annexe I	
Annexe II	
Annexe III	
Bibliographie	

Liste des figures

<i>Figure</i>	<i>Page</i>
Fig I.1. Conditionnement d'air.....	5
Fig I.2. Climatisation et pressurisation.....	8
Fig I.3. Structure d'un réacteur.....	9
Fig I.4. Sélection de la prise d'air sur le moteur.....	11
Fig I.5. Architecture d'un système de prélèvement d'air.....	11
Fig I.6. Transformation de l'air.....	12
Fig I.7. Etapes de la transformation de l'air.....	12
Fig I.8. Description du pack.....	14
Fig I.9. Vanne de pack.....	16
Fig I.10. Prise d'air dynamique de secours.....	18
Fig I.11. Vanne d'air chaud.....	20
Fig I.12. Installation de l'APU.....	22
Fig I.13. Panneaux de contrôle de l'APU.....	24
Fig I.14. Système de distribution et de régulation de température.....	26
Fig I.15. Vanne de climatisation.....	28
Fig I.16. Liaison zones / packs.....	29
Fig I.17. Fonctionnement de la régulation de la température.....	31
Fig I.18. Localisation des contrôleurs de zones.....	33
Fig I.19. Sondes de température.....	34
Fig I.20. Collecteur d'air chaud et d'air froid.....	35
Fig I.21. Climatisation des soutes.....	36
Fig II.1. Régulation de la température de pack.....	38
Fig II.2.a. Localisation des composants.....	40
Fig II.2.b. Description des composants.....	41
Fig II.3. Commandes et contrôles.....	43
Fig II.4. Localisation du contrôleur de pack.....	47
Fig II.5. Schéma synoptique du contrôleur de pack.....	48
Fig III.1. Emplacement du contrôleur de liaison.....	50
Fig III.2. Composition du contrôleur de liaison.....	51
Fig III.3. Fonction interface zone / pack et zone / APU.....	52
Fig III.3.1. Commutation ON/OFF des packs.....	55
Fig III.4. Schéma électrique du module discriminateur.....	60
Fig III.5. Schéma de principe du module de commande de vitesse.....	62
Fig III.6. Schéma synoptique de la fonction BITE.....	64
Fig III.7. Schéma électrique du module d'alimentation BITE.....	65
Fig III.8. Synoptique du circuit window.....	66
Fig III.9. Schéma électrique du module comparateur.....	71
Fig III.10. Etiquette logique du BITE.....	74
Fig III.11. Fonctionnement en modes automatique et manuel (pack 1).....	77
Fig III.12. Fonctionnement en modes automatique et manuel (pack 2).....	78
Fig IV.1. Schéma synoptique du banc d'essai.....	79
Fig IV.2. Schéma synoptique de l'alimentation.....	80
Fig IV.3. Schéma électrique de l'alimentation.....	81
Fig IV.4. Amplificateur AR1.....	85
Fig IV.5. Amplificateur AR2.....	86
Fig IV.6. Atténuateur AR3.....	87

Fig IV.7. Atténuateur AR4.....	88
Fig IV.8. Circuit diviseur de tension n°1.....	89
Fig IV.9. Circuit diviseur de tension n°2.....	90
Fig IV.10. circuit diviseur de tension.....	91
Fig IV.11.a. implantation des composants de la carte simple face.....	94
Fig IV.11.b. tracé du circuit imprimé de la carte simple face.....	95
Fig IV.12.a. implantation des composants de la carte double face.....	96
Fig IV.12.b. tracé du circuit imprimé de la carte double face.....	97
Fig IV.13. Vue de face du banc d'essai.....	98
Fig IV.14. Schéma électrique du banc d'essai.....	101

Introduction

Le conditionnement d'air à bord des aéronefs joue un rôle primordial, car il permet de fournir les niveaux de pression et de température nécessaires au confort et à la sécurité des passagers et de l'équipage de l'avion.

Le système de distribution et de régulation de la température dans les différentes zones fournira de l'air à la bonne température où cela est nécessaire afin d'assurer un séjour confortable à bord.

Cette fonction sophistiquée de régulation qui veille à obtenir la bonne température dans chacune des zones de la cabine est contrôlée par un système d'asservissement utilisant des capteurs de températures et des calculateurs.

L'étude détaillée faite sur le contrôleur de liaison « APU & pack temperature controller » au troisième chapitre permet de bien comprendre le fonctionnement de la régulation et le contrôle de la température dans les différents compartiments de l'avion.

Description de l'Airbus A310-200

→ Historique :

L'Airbus A310 est un avion de ligne moyen courrier, avion subsonique pour le transport civil. Il est le successeur de l'A300 et le deuxième avion conçu par Airbus.

L'A310, dont la version de base est l'A310-200, et qui a effectué son vol initial le 3 avril 1982, se différencie de l'A300 par son fuselage plus court, ses ailes et ses empennages faisant appel aux technologies les plus avancées et ses pylônes de moteur permettant l'installation au choix des compagnies de deux réacteurs à double flux General Electric CF6-80A3 d'une poussée unitaire de 22,2 t, ou Pratt & Whitney JT9D-7R4D de 21,3 t.

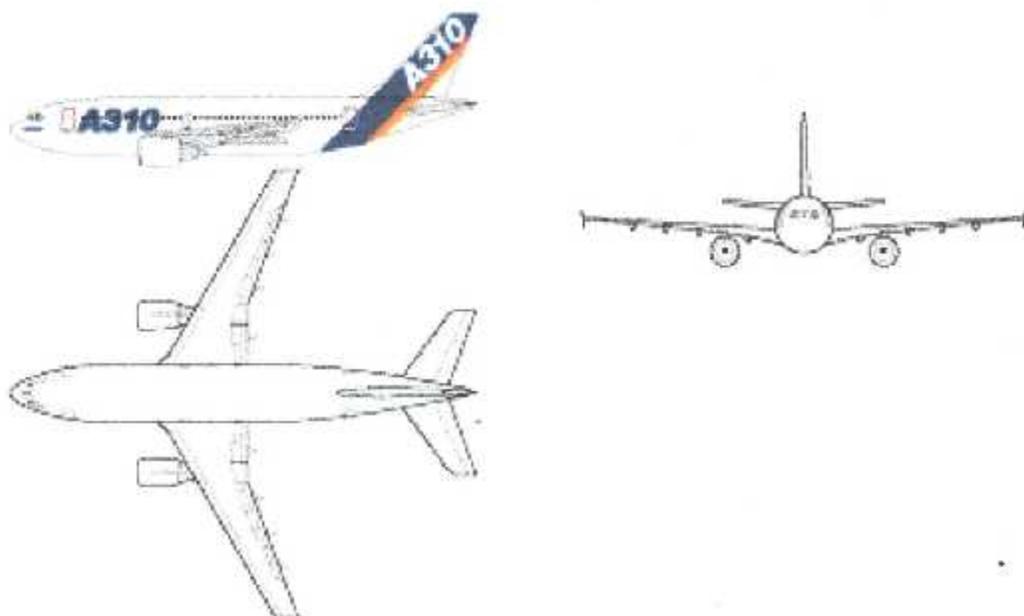
L'A310 se différencie également de l'A300 par l'utilisation de nouveaux matériaux pour gagner du poids et de l'implémentation d'une avionique numérique. Il fut le premier gros fuselage à posséder un cockpit prévu pour seulement deux membres d'équipage.

L'Airbus A310-200 également disponible en convertible passagers ou cargo ou en tout cargo, est entré en service au sein de la Lufthansa en avril 1983.

L'inauguration commerciale eut lieu sur la ligne Paris-Milan d'Air France le 12 mai 1984.

Aujourd'hui la production des A310 touche à sa fin . Le nombre total d'exemplaires produits atteint les 260 avions.

→ Aperçu extérieur :



→ Caractéristiques :

DIMENSIONS

Envergure	43,90 m
Longueur	46,66 m
Hauteur	15,80 m
Diamètre du fuselage	5,64 m
Surface alaire	219 m ²
Flèche	28 °
Longueur de la cabine	33,25 m
Largeur maximale de la cabine	5,28 m

MOTEURS

Motorisation	2 réacteurs à double flux General Electric CF6-80A3 Pratt & Whitney JT9D-7R4D
--------------	---

MASSES

Masse à vide	78 500 Kg
Masse maximale au décollage	142 000 Kg
Masse maximale à l'atterrissage	121 520 Kg
Charge utile	33 300 Kg
Volume de la soute	102,1 m ³
Capacité maximale de carburant	61 070 litres

PERFORMANCES

Vitesse maximale	Mach 0,84 (897 Km/h)
Vitesse de croisière	Mach 0,80 (850 Km/h)
Plafond	12 200 m
Distance franchissable	6 800 Km
Distance de décollage	2 500 m
Consommation (d'un moteur)	5 800 litres/heure
Nombre de places	247 en 1 classe ou 240 en 2 classes

→ Configuration intérieure type :



Configuration 1 classe
247 sièges classe économique
de 82 cm de largeur



Configuration 2 classes
240 sièges dont 212 sièges classe
économique de 82 cm de largeur et
28 premières de 102 cm de largeur

CHAPITRE I

Conditionnement d'Air

I.1. Généralités sur le conditionnement d'air : (fig. I.1)

Le but du système de conditionnement d'air est de maintenir l'air de la cabine à une pression, température et fraîcheur désirée, et aussi de fournir le maximum de confort à l'équipage ainsi qu'aux passagers au sol et pendant le vol.

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

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

- le collecteur d'air frais est alimenté en air par deux groupes de conditionnement d'air appelés aussi pack de refroidissement. Ces packs sont alimentés par le collecteur de génération pneumatique.
- le collecteur d'air chaud est alimenté directement par le collecteur de génération pneumatique par une vanne d'air chaud.

Les zones climatisées et ventilées sont :

- ◆ le poste de pilotage,
- ◆ la cabine avant,
- ◆ la cabine arrière,
- ◆ la cabine centrale,
- ◆ la soute vrac.

La régulation en température de l'air climatisé est réalisée pour chaque zone par une vanne de climatisation.

Le collecteur d'air frais peut être alimenté au sol par une prise de parc basse pression, et en secours par une prise d'air dynamique (RAM AIR).

Des ventilateurs permettent d'améliorer l'écoulement de l'air dans les différentes zones de l'avion.

L'air climatisé sert également à la pressurisation et son débit vers l'extérieur de l'avion est régulé par deux soupapes de régulation de débit, et permet de maintenir en vol une pression de 8,3 PSI.

Le collecteur de génération pneumatique peut être alimenté par :

- ◆ un prélèvement sur chaque réacteur.
- ◆ un prélèvement sur l'APU.
- ◆ un groupe au sol haute pression (HP).

Volume 1 - 1000

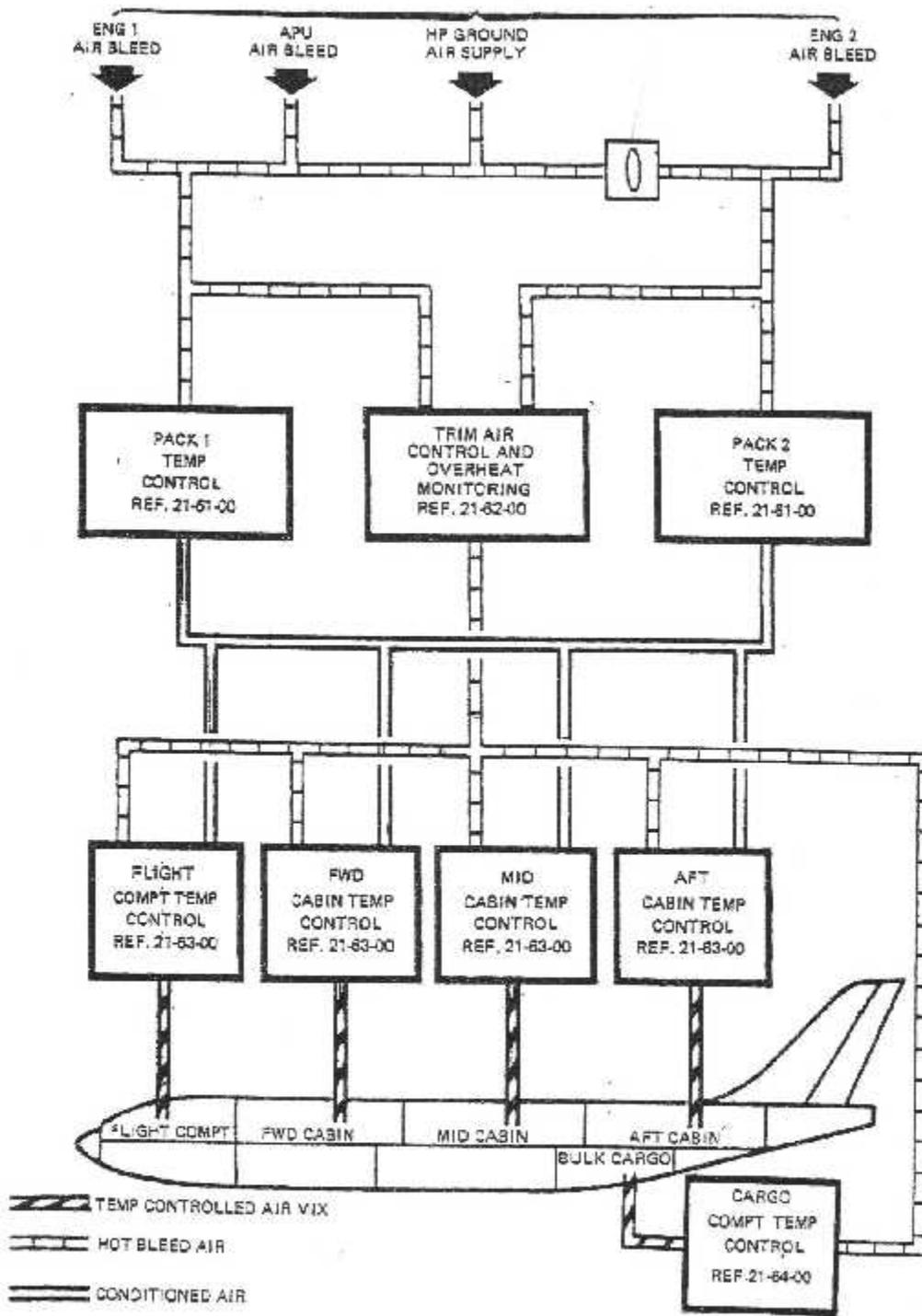


Fig.I.1 conditionnement d'air

I.2. Climatisation et pressurisation : (fig. I.2)

La climatisation et la pressurisation, bien qu'ayant des buts différents, sont fournies par les mêmes équipements. En effet, la climatisation a pour but de faire régner dans la cabine une température confortable, tandis que la pressurisation elle, est conçue pour que la pression régnant dans l'avion soit compatible avec les impératifs vitaux de l'organisme. A cette fin, on utilise pour pressuriser l'avion, de l'air préalablement régulé en température.

Aux altitudes où volent généralement les avions de transport, règne une pression très faible. La quantité d'oxygène contenue dans l'air étant d'environ 21% du volume, si la pression diminue, cette quantité aussi.

Dès lors, l'organisme ne dispose plus de suffisamment d'oxygène pour pourvoir à ses besoins. Vers 12 000 mètres la perte de conscience d'une personne soumise à la pression régnant à cette altitude et n'utilisant pas de masque à oxygène, survient en quelques secondes.

Deux possibilités s'offrent alors:

- soit fournir un surplus d'oxygène à cette personne ce qui n'est pas techniquement envisageable dans un avion commercial sauf pour une durée très courte en situation d'urgence,
- soit de faire régner dans l'avion une pression tel que la quantité d'oxygène contenue de l'air soit suffisante pour un séjour confortable à bord.

C'est cette deuxième option qui a été retenue. Les équipements de pressurisation rétablissent dans l'avion une pression équivalente à celle régnant aux alentours de 1000 à 2500 mètres maximum dans l'atmosphère standard.

Du coup, la pression dans l'avion est beaucoup plus importante qu'à l'extérieur. Schématiquement, le fuselage est "gonflé" et donc "sous pression". Il faut donc concevoir des cabines relativement étanches et très résistantes.

Les systèmes de pressurisation ont donc pour rôle de "souffler" de l'air sous pression dans l'avion en permanence afin de le maintenir "gonflé". Des fuites calibrées et ajustables (Out Flow Valves) permettent de réguler avec précision la valeur de la pression dans l'avion à une valeur déterminée afin d'y rétablir une altitude fictive réputée convenable pour le confort et la sécurité des occupants. Ces systèmes fournissent de l'air régulé en température afin qu'il règne dans l'avion une température confortable.

Cet air, est prélevé à l'extérieur de l'avion, où il règne une température de l'ordre de - 56°C. Il convient donc de réchauffer cet air. Plutôt que de le réchauffer avec des moyens indépendants, on le prélève dans les réacteurs où il est déjà sous pression (60 PSI) et à haute température (250°C). L'air ainsi prélevé l'est avant que lui soit adjoint le carburant, il est donc dépourvu de tout gaz ou résidu de combustion.

En effet, dans un réacteur, l'air est avant tout compressé violemment ce qui augmente sa température. C'est dans le compresseur que sont fait ces prélèvements. Cet air très chaud passe dans les "packs" où il est refroidi vers 0°C puis dirigé vers des vannes de mélanges où on lui ajoute de l'air de prélèvement non refroidi afin d'obtenir un mélange dosé en température selon les besoins en cabine.

L'air de prélèvement qui entre dans le pack est sous pression (60 PSI) et très chaud (250°C).

On le fait premièrement passer au travers d'un échangeur primaire où il est refroidi. Cet échangeur fonctionne comme un radiateur de voiture et, comme dans le cas de l'automobile, c'est de l'air extérieur qui circule autour de l'échangeur et qui permet ce refroidissement.

Ensuite on comprime cet air, ce qui le réchauffe à nouveau. S'en suit un deuxième passage dans un échangeur (secondaire celui-là) d'où l'air ressort relativement refroidi.

Enfin, l'air passe dans une turbine où il se détend partiellement et refroidi jusqu'à atteindre une température proche de zéro degré.

Nous disposons alors d'air froid, qu'il suffit de faire circuler dans l'avion non sans avoir pris soin auparavant de lui adjoindre un peu d'air chaud de prélèvement afin de lui donner la température idéale pour climatiser l'appareil.

Le mélange entre l'air froid sorti du pack et l'air chaud issu directement du prélèvement est réalisé dans les vannes de mélange dont le contrôle permet d'ajuster la température dans l'avion à la demande de l'équipage.

On comprend bien dès lors pourquoi climatisation et pressurisation sont étroitement liées techniquement parlant.

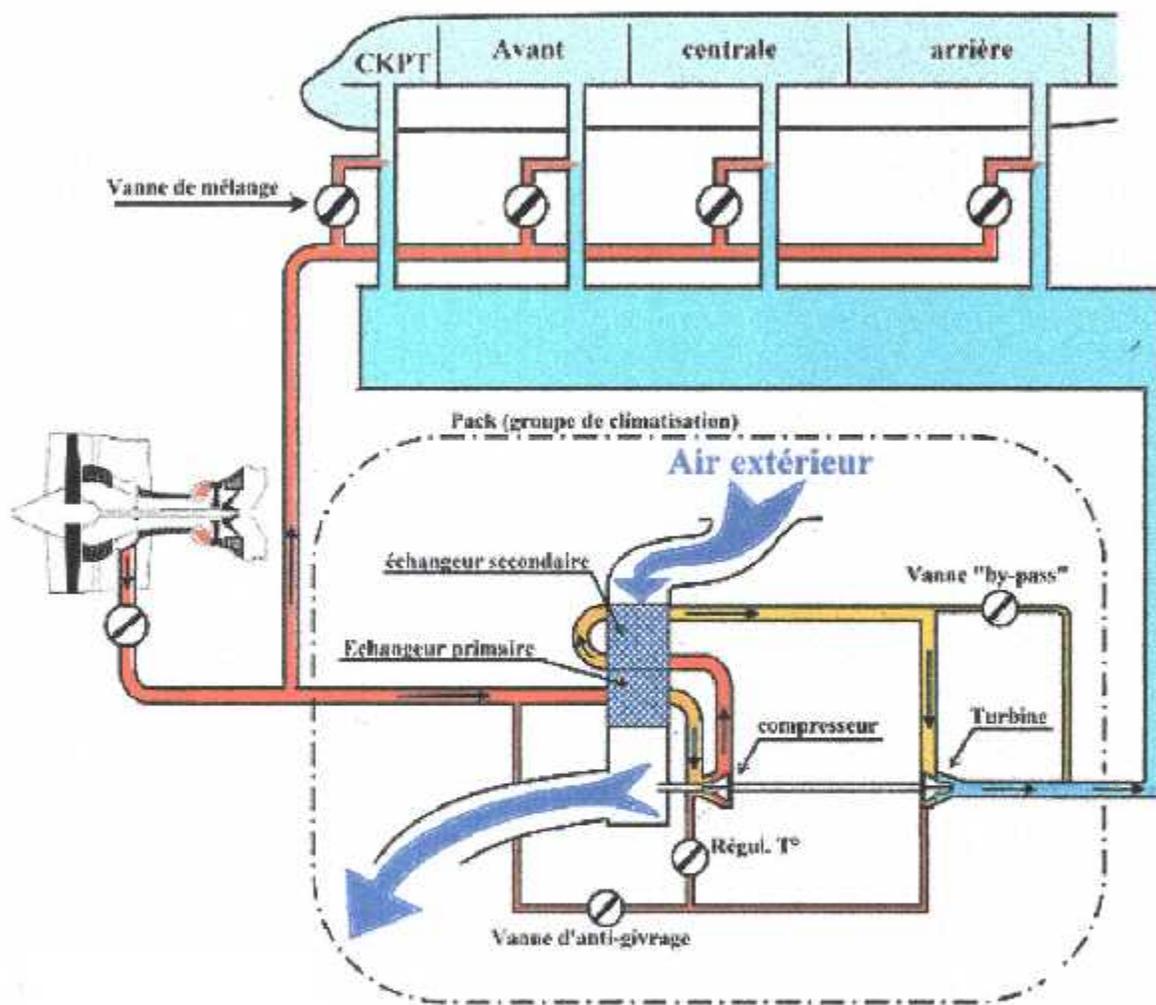


Fig I. 2. climatisation et pressurisation

I.3. Organisation du système de conditionnement d'air :

A bord d'un avion plusieurs facteurs contribuent au confort des passagers, ce sont bien sûr la largeur de la cabine, la conception des sièges, le niveau de bruit mais c'est principalement le conditionnement d'air.

D'où vient cet air ? Comment donne-t-on les caractéristiques nécessaires à notre confort ?

- d'abord on prélève de l'air sur les moteurs,
- ensuite on va refroidir cet air à la bonne température et à la bonne pression,
- puis il s'agit de distribuer cet air aux différentes zones de la cabine et de maintenir la température au niveau souhaité,
- enfin il faut réguler la pression de l'air dans la cabine pour le confort des passagers et la sécurité de l'avion.

I.3.1. système de prélèvement d'air moteur :

I.3.1.1. Structure du réacteur :

Un moteur d'avion comprend généralement les quatre parties suivantes (fig I.3) :

1. un compresseur qui augmente la pression de l'air atmosphérique,
2. une chambre de combustion qui mélange l'air qui vient d'être comprimé avec du carburant et brûle ce mélange ,
3. une turbine, placée dans le flux éjecté, qui est entraînée par ce flux d'air très chaud. Elle sert à entraîner le compresseur par l'intermédiaire de l'axe du réacteur,
4. une hélice de fan, tournant en amont du compresseur, et qui crée un flux d'air froid qui entoure le réacteur.

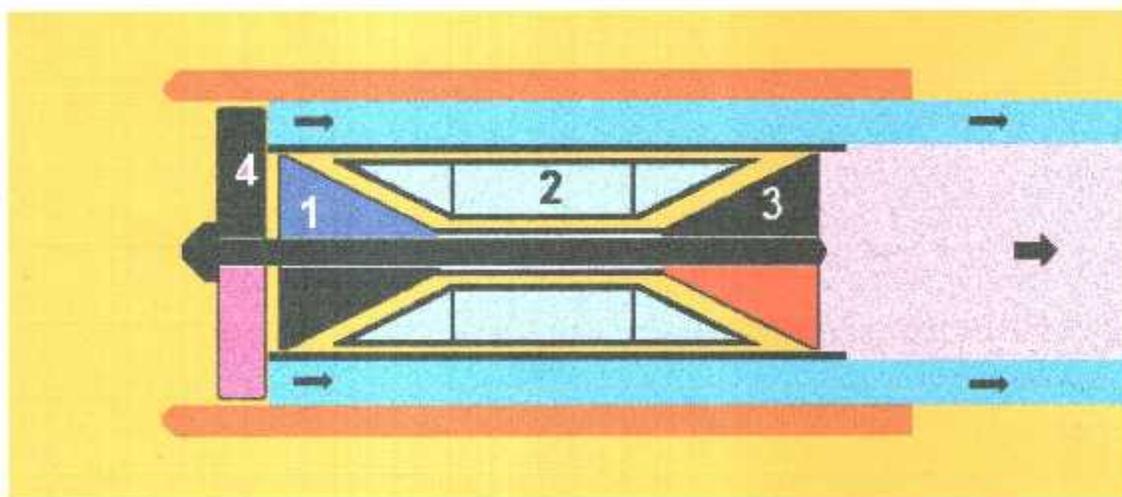


fig I.3 Structure d'un réacteur

1.3.1.2. Le système de prélèvement de l'air :

Sur le compresseur deux prises de pression sont installées sur deux étages du compresseur permettant ainsi de prélever de l'air sur le moteur en fonction des différentes phases du vol de l'avion.

Par exemple, pendant le décollage lorsque le moteur fonctionne à pleine puissance, l'air est prélevé sur la prise haute pression HP. Pendant la croisière l'air est prélevé sur la prise de pression intermédiaire IP qui offre une pression plus faible mais qui pénalise moins le moteur et sa consommation de carburant.

Ceci est réalisé à l'aide de deux composants :

- * un clapet anti-retour IP qui empêche l'air prélevé de retourner dans le moteur,
- * une vanne HP qui peut être ouverte ou fermée comme nécessaire.

La première fonction du système de prélèvement d'air est donc de sélectionner de manière optimum la bonne prise d'air sur le moteur. (fig 1.4)

La deuxième fonction du prélèvement d'air est d'abaisser la pression et la température de l'air prélevé, à des niveaux acceptables pour les conduites placées en aval et pour le système de refroidissement de l'air.

Ceci est réalisé par deux composants principaux :

* **une vanne** : la vanne de régulation de pression (PRV) ; cette vanne le plus souvent de type "papillon" module le débit d'air de façon à ce que le flot d'air aval ait une pression plus faible et constante.

* **un échangeur de chaleur** : le pré-refroidisseur ; cet échangeur de chaleur est alimenté sur l'un de ses cotés par de l'air chaud venu du compresseur (via la PRV) comme décrit ci-dessus et sur l'autre cotés par de l'air froid prélevé sur le canal d'air de FAN et modulé par une vanne spécifique (FAV), elle aussi le plus souvent de type papillon.

De cette manière, la température de l'air en sortie de pré-refroidisseur est abaissée.

1.3.1.3. architecture d'un système de prélèvement d'air moteur :

Elle est le plus souvent la suivante et on y trouve le circuit d'air chaud refroidi par le circuit d'air froid dans le pré refroidisseur. (fig 1.5)

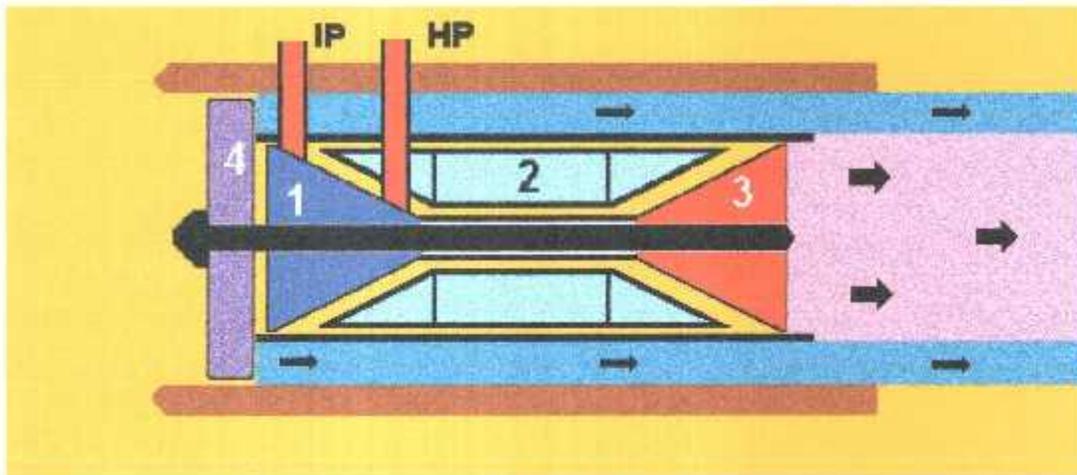


fig I.4 sélection de la prise d'air sur le moteur

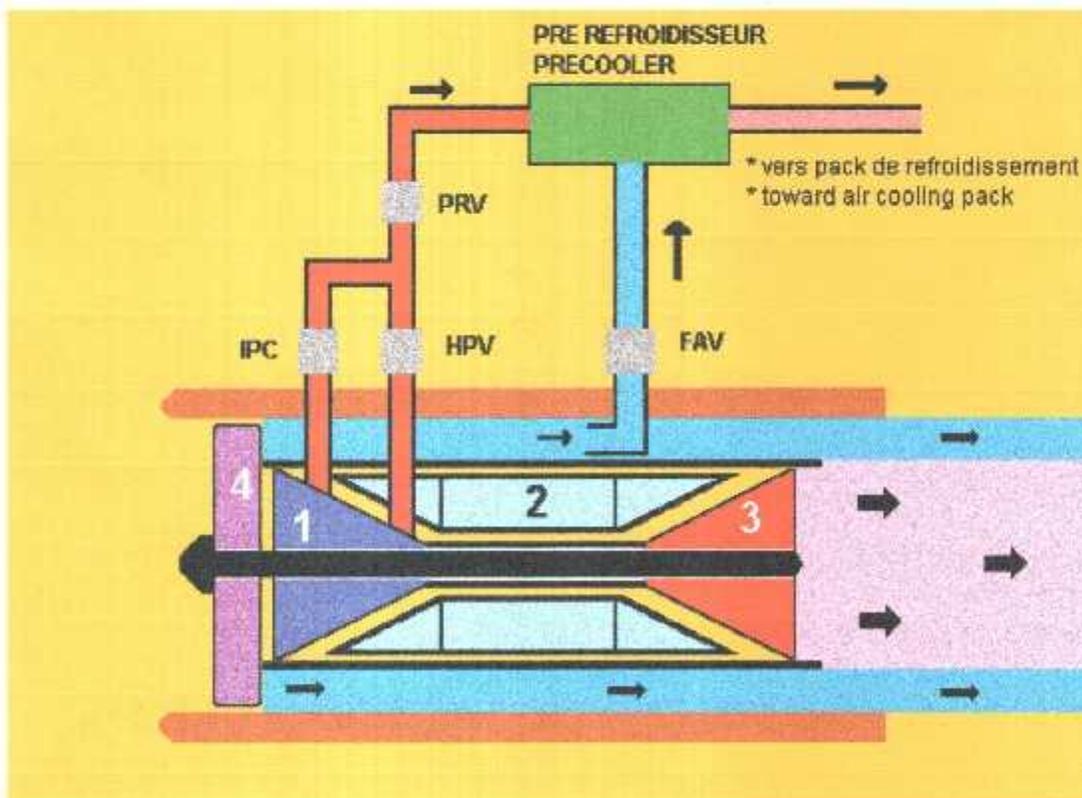


fig I.5 Architecture d'un système de prélèvement d'air moteur

1.3.2. Système de refroidissement de l'air " le pack " :

Le but d'un pack de refroidissement est de refroidir de l'air et d'enlever la vapeur d'eau contenue dans l'air chaud prélevé sur les moteurs.

Schématiquement comme indiqué sur le schéma suivant (fig 1.6), le pack transforme de l'air de la zone rouge en air de la zone bleu.

L'objectif principal de l'opération menée par le pack de conditionnement d'air est de placer l'air dans un dispositif où son volume pourra s'accroître et corrélativement sa température pourra baisser.

Les explications suivantes vont décrire comment cela est réalisé : (fig 1.7)

Deux échangeurs de chaleur abaissent en deux étapes la température de l'air. Entre ces deux étapes une turbo-machine, dans son étage compresseur, comprime l'air pour des raisons thermodynamiques.

Enfin dans l'étage turbine de cette même turbo-machine, l'air va se détendre, abaissant ainsi sa température à un niveau très bas.

Pour éviter la formation de glace, quelques opérations sont ajoutées aux étapes décrites ci-dessus pour éliminer la vapeur d'eau. Ceci est principalement réalisé dans un condenseur qui condense la vapeur d'eau contenue dans l'air et un extracteur d'eau enlève cette eau et l'évacue à l'extérieur.

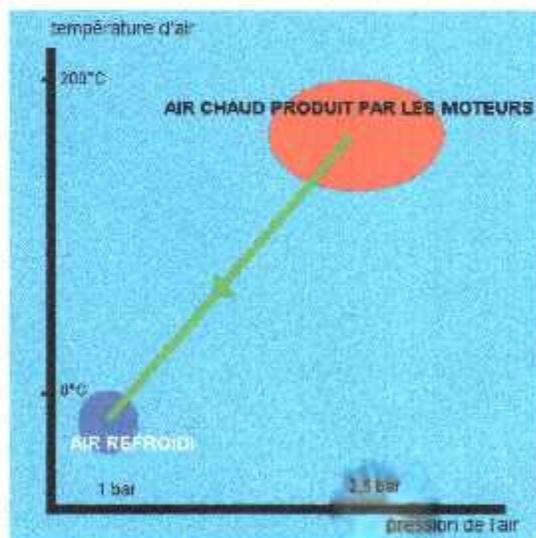


fig 1.6. Transformation de l'air chaud → froid

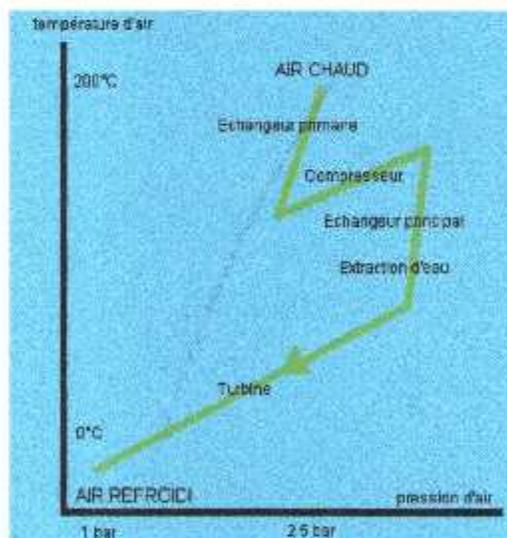


fig 1.7. Etapes de la transformation de l'air

1.3.2.1. description du pack :

Les packs de refroidissement (groupes de conditionnement d'air) sont au nombre de deux et sont logés dans un compartiment, non pressurisé, situé à l'avant du logement des trains principaux, sous le caisson central de l'aile.

Un pack de refroidissement agit toujours dans le sens de refroidissement .
Il comprend principalement : (fig 1.8)

- un ensemble tournant (turbine, compresseur, ventilateur) monté sur des paliers à air.
- Un échangeur thermique, traversé par de l'air extérieur qui permet de refroidir l'air de sortie de compresseur avant d'être dirigé vers la turbine. (le ventilateur permet d'activer le débit d'air à travers l'échangeur).
- Un clapet by-pass à l'entrée du compresseur permet d'éviter la perte de charge qu'occasionne le compresseur au démarrage du pack, sur l'attelage turbine compresseur ventilateur.
- Un clapet by-pass, dans le conduit d'air de refroidissement de l'échangeur, permet d'éviter une surcharge du ventilateur lorsque le débit d'air est trop important.

De nombreux switches thermique, thermostat, sondes et valves sont inclus dans le pack pour lui fournir la protection automatique et prévenir toute mal fonction .

1.3.2.2. vanne de pack : (fig 1.9)

Il y en a une pour chaque pack.

Elles sont situées dans le logement de conditionnement d'air et permettent l'alimentation en air de chaque pack. Elles servent également de vanne régulatrice de débit. Ce sont des vannes électropneumatiques. Chacune d'elle est équipée principalement :

- ◆ d'un solénoïde B qui ferme la vanne lorsqu'il est alimenté,
- ◆ d'un solénoïde A qui permet, lorsqu'il est alimenté, de réduire le débit d'air vers le pack à 68 % du débit normal,
- ◆ d'un transmetteur de taux de débit, qui donne une indication au système ECAM (Electronic Centralized Aircraft Monitor) sur l'écran droit,
- ◆ d'un limiteur de taux de débit, qui a pour but de :
 - réduire les bruits en cabine,
 - d'éviter des variations trop rapides de débit,
- ◆ d'une commande manuelle,
- ◆ d'un indicateur de position.

En l'absence d'air et indépendamment de l'alimentation électrique, la vanne est fermée.

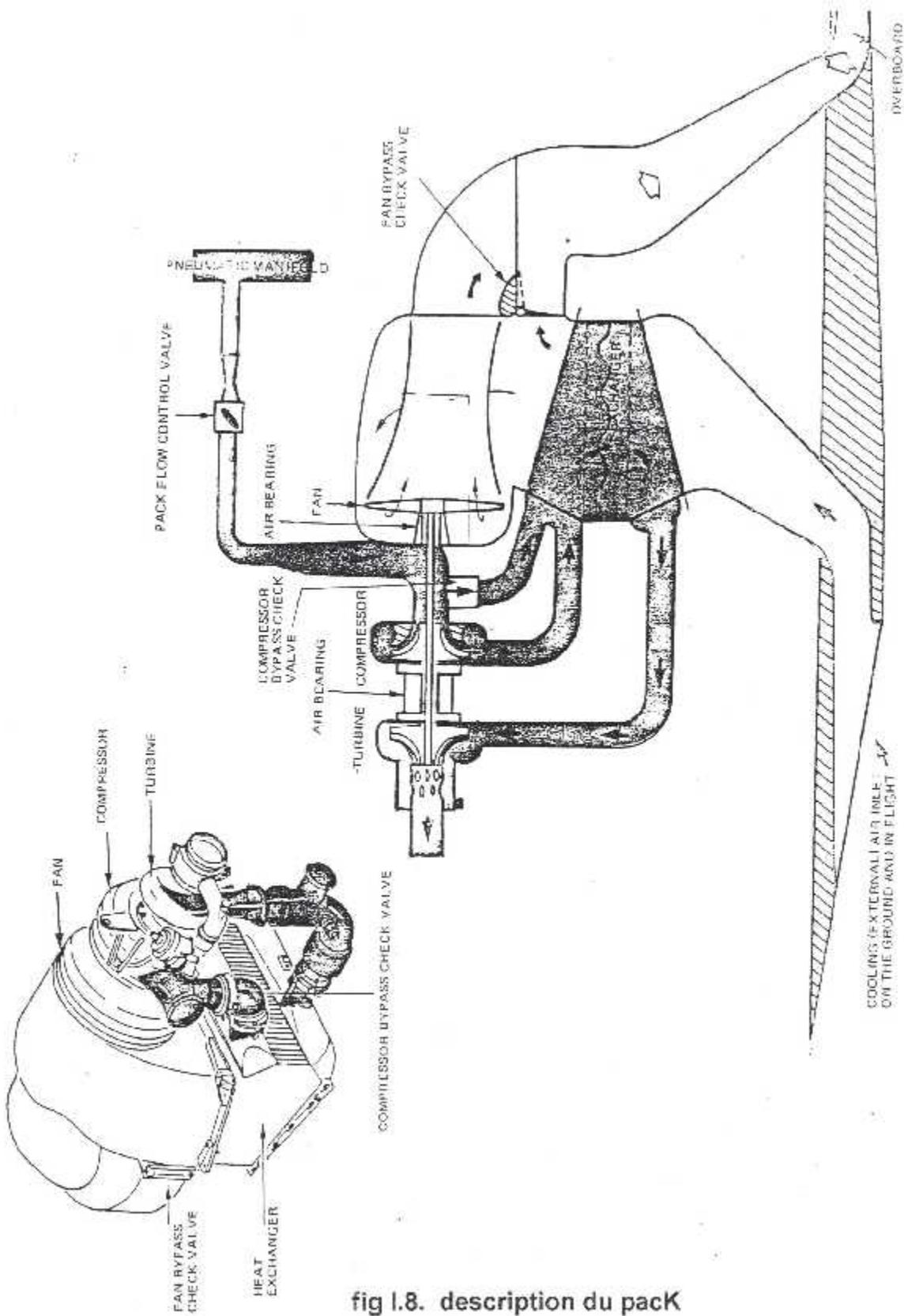


fig 1.8. description du pack

► commandes et contrôles :

La vanne est commandée par un bouton poussoir au panneau supérieur pilotes (437 VU) repéré pack valve 1 (2) .

relâche (OFF) s'allume blanc, la vanne est fermée.

Enfoncé (OFF) est éteint et la vanne est ouverte.

Elle régule alors le débit d'air d'alimentation du pack.

Elle se ferme automatiquement en cas :

- de surchauffe pack,
- d'action de la poignée coupe-feu,
- d'action sur les poussoirs "OUT FLOW" au panneau de pressurisation,
- de démarrage réacteur 1 ou 2.

Dans les cas de fermetures énumérées ci-dessus, un voyant "FAULT" intégré au bouton poussoir s'allume ambre. Il signale également, par son allumage, un désaccord de position entre la vanne et son bouton poussoir. Si le voyant "FAULT" est allumé plus de 60 secondes, il déclenche les alarmes suivantes :

- le voyant "AIR" au WLDP ,
- le gong mono coup,
- "PACK FAULT PROC" sur l'écran de gauche du système ECAM (sw),
- la page "AIR BLEED" sur l'écran de droite du système ECAM (sd).

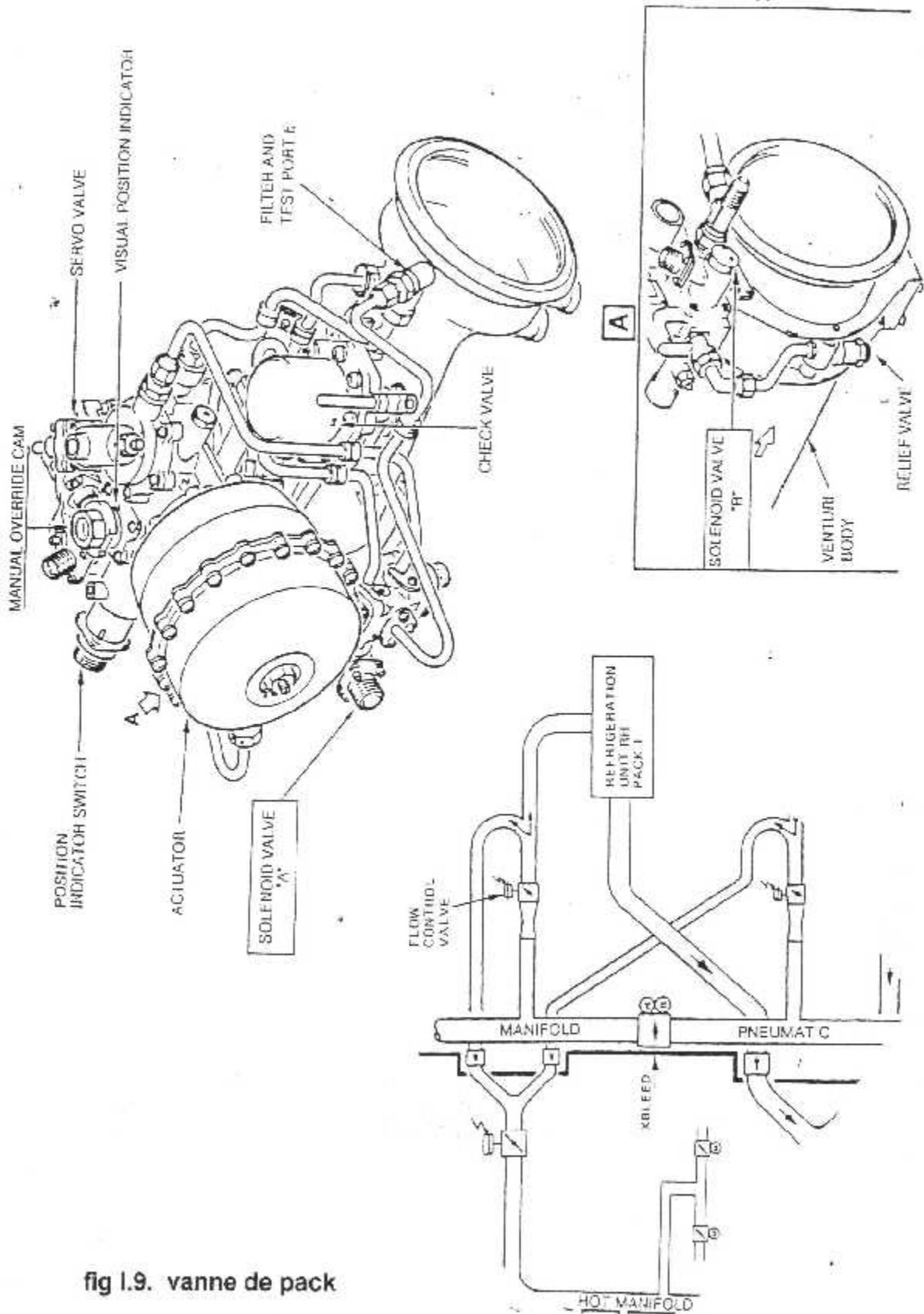


fig I.9. vanne de pack

La vanne est contrôlée en position par un indicateur magnétique situé à côté du poussoir de commande. Une barre verte et en ligne s'allume dans cet indicateur lorsque la vanne est ouverte, elle est éteinte et non apparente lorsque la vanne est fermée.

Un bouton poussoir "ECON FLOW" au panneau supérieur pilotes (437 VU) permet en position :

Relâche : (ON éteint) l'alimentation normale des packs (100 %)

Enfoncé : (ON allumé bleu, solénoïde A allumé) la réduction à 68 % du débit des packs.

Cette position est utilisée afin d'économiser du carburant, lorsque l'avion ne transporte pas beaucoup de passagers.

Cette fonction est inhibée :

- si une des 2 vannes de pack est fermée,
- si l'avion est au sol.

1.3.2.3. prise d'air dynamique de secours : (fig I.10)

En cas de non fonctionnement des packs et si l'avion n'est pas pressurisé ($p < 1$ PSI), une prise d'air dynamique peut être utilisée pour alimenter le collecteur d'air froid et ventiler la cabine.

Cette prise est située sur le carénage d'entrée d'air de refroidissement du pack gauche (1), à l'avant de l'entrée d'air. Elle est constituée d'un volet en forme d'"écope" et actionnée par un vérin électrique situé dans le logement des packs. L'ouverture de la prise d'air dynamique provoque également la pleine ouverture des deux vannes de régulation de débit, afin d'améliorer la circulation de l'air en cabine.

En cas d'action sur les boutons poussoir "OUT FLOW" au panneau de pressurisation, il y a :

- fermeture complète de la prise d'air dynamique,
- fermeture complète des vannes de régulation de débit.

► commande et contrôle : (fig.I.10)

Le vérin électrique est commandé par un bouton poussoir à deux positions au panneau supérieur pilotes. Une inscription "OPEN", intégrée au bouton poussoir de commande, s'allume verte si la prise d'air dynamique est pleine ouverte.

Lorsque le bouton poussoir de commande est en position :

Relâche : ("ON" éteint), la prise d'air est fermée et l'inscription "OPEN" est éteinte.

Enfoncé : ("ON" allumé ambre) la prise d'air est pleine ouverte et l'inscription "OPEN" est allumée verte.

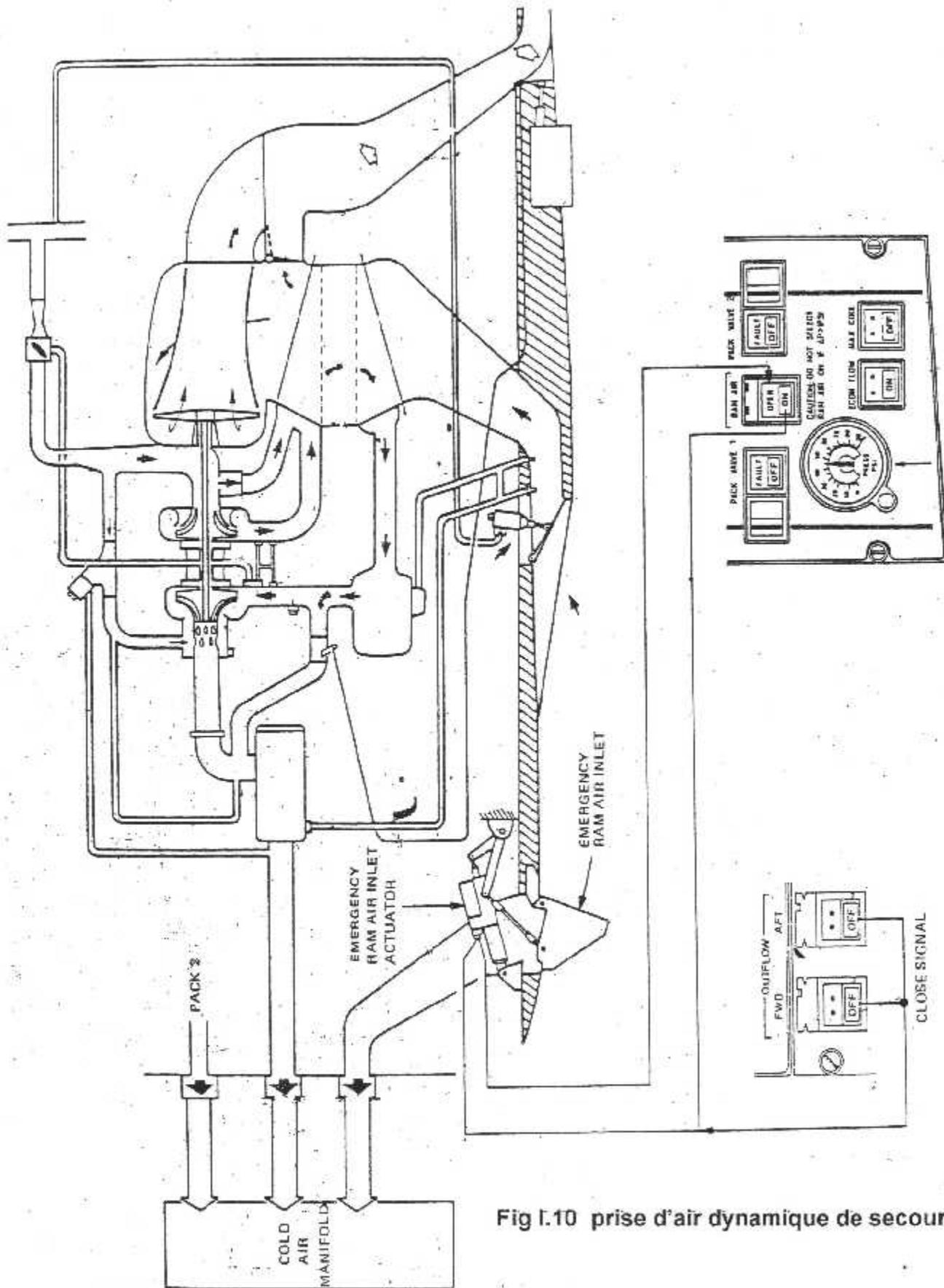


Fig I.10 prise d'air dynamique de secours

1.3.2.4. prise d'alimentation par un groupe au sol (prise de parc) :

Au sol, le collecteur d'air froid peut être alimenté par une prise basse pression située du côté gauche du fuselage, à l'avant du carénage d'air du pack gauche(1).

1.3.2.5. vanne d'air chaud : (fig 1.11)

C'est une vanne électro-pneumatique régulatrice de pression. Elle délivre au collecteur d'air chaud de l'air à une pression supérieure de 4 ± 1 PSI à la pression cabine.

Elle possède une commande manuelle (pour la fermeture seulement) et un indicateur de position.

En l'absence de pression d'air, elle est fermée.

► commande et contrôle :

La vanne est commandée par un bouton poussoir à deux positions au panneau supérieur pilotes .

Relâche : ("OFF" allumé blanc)

La vanne est fermée. Cette position sert également à réarmer les alarmes après défauts (surchauffe).

Enfoncé : ("OFF" éteint)

La vanne est ouverte et régule la pression.

La position de la vanne peut être contrôlée sur l'écran de droite à la page "AIR COND" du système ECAM.

La vanne d'air chaud se ferme automatiquement en cas de surchauffe (88°C) dans une des gaines d'alimentation en air climatisé des zones cabine et poste .

Lorsque la surchauffe est détectée, il y a également :

- allumage ambre de l'inscription "OVHT" (intégrée dans le bouton poussoir de commande de la vanne d'air chaud),
- allumage du voyant "AIR" au WLDP ,
- apparition de "HOT AIR SUPPLY OVH PROC" sur l'écran de gauche du système ECAM,
- apparition de la page "AIR COND" sur l'écran de droite du système ECAM,
- gong mono coup.

L'inscription "OVHT" reste allumée après la disparition de la surchauffe. Il faut, pour l'éteindre, que :

- la surchauffe ait disparu,
- le bouton poussoir de commande de la vanne d'air chaud soit sur "OFF/ Reset".

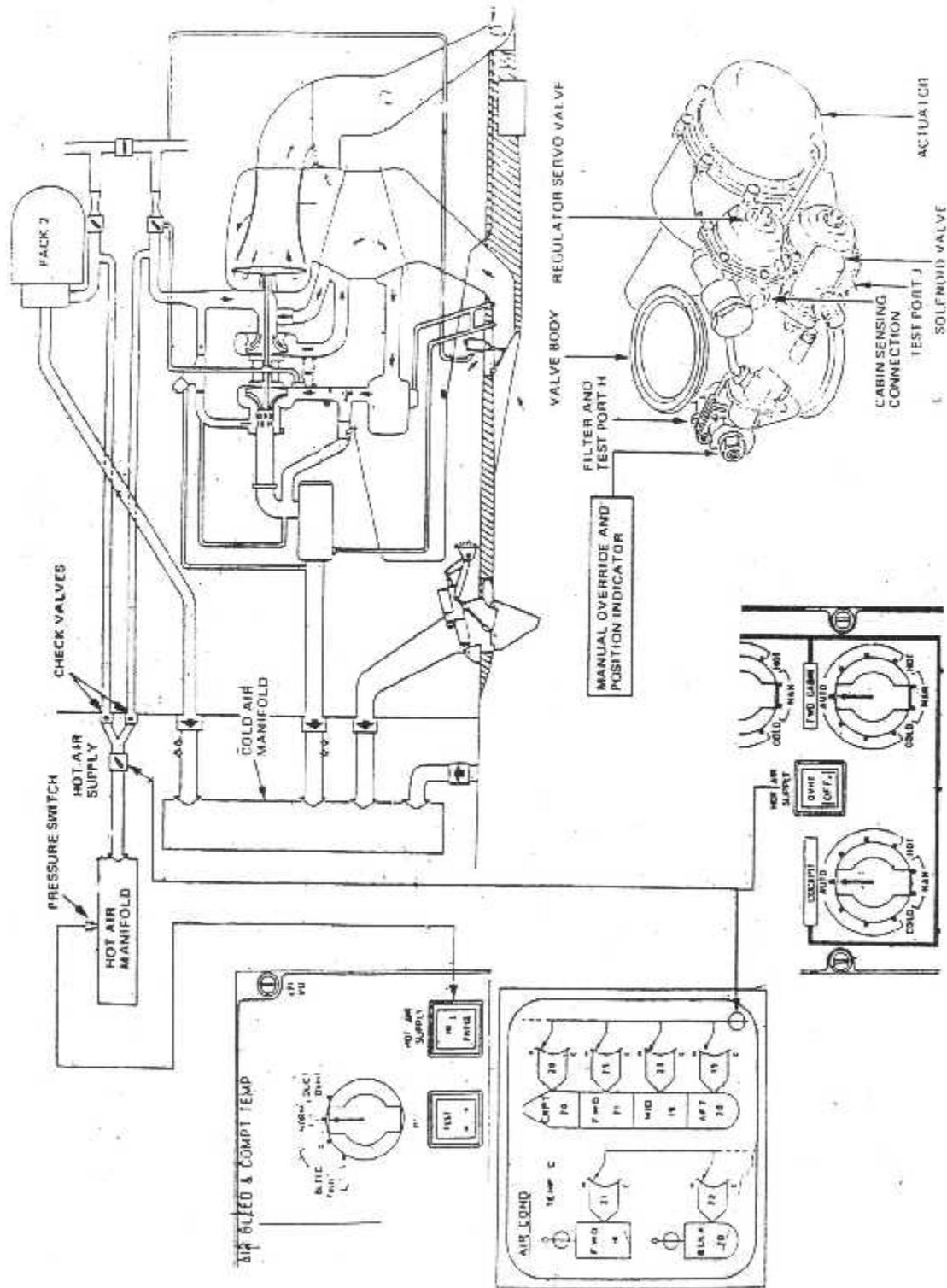
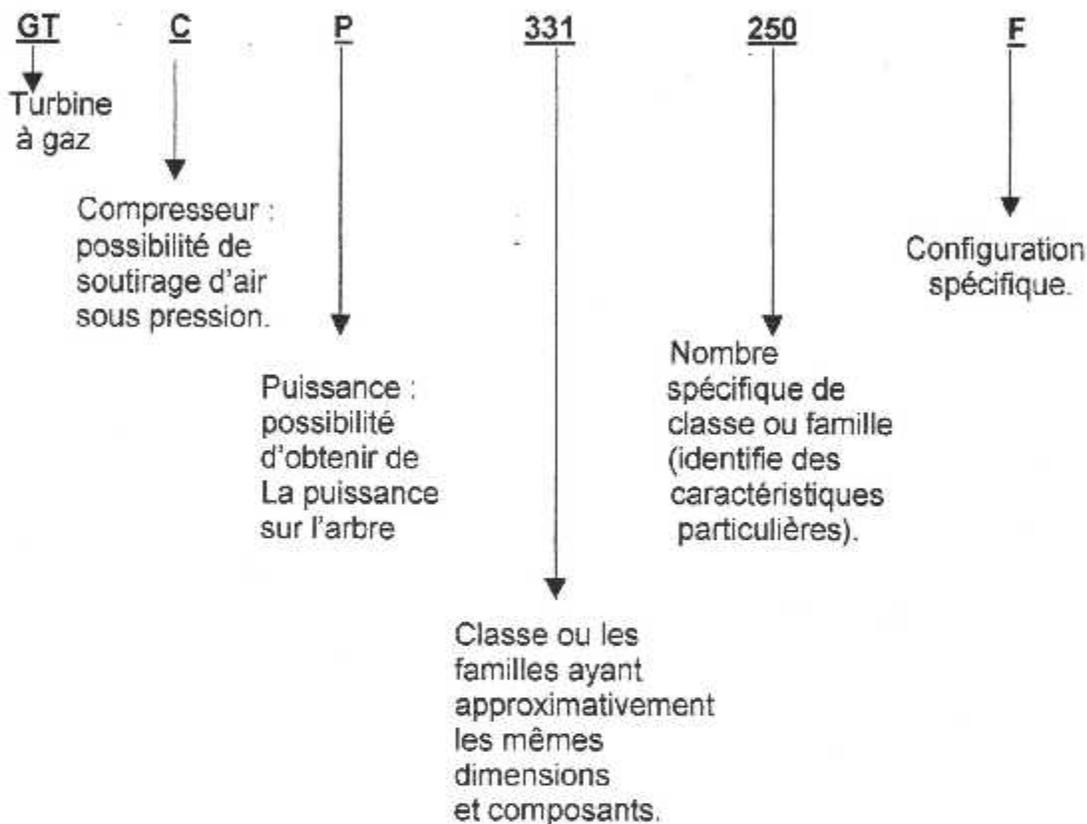


Fig I.11 vanne d'air chaud

1.3.3. source d'alimentation auxiliaire (APU) :

1.3.3.1. généralités :

L'avion A310 est équipé d'une turbine à gaz auxiliaire destinée à fournir de l'air sous pression pour le conditionnement d'air, le démarrage des moteurs et le système de dégivrage. L'APU (Auxiliary Power Unit), nommée aussi GAP (Groupe Auxiliaire de Puissance) est de type GTCP 331-250F.



L'APU est installé dans le cône de queue, sous l'empennage vertical. L'accès au compartiment de l'APU est possible via deux portes s'ouvrant vers l'extérieur, sous le cône de queue. (fig.I.12)

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

Un conduit d'air allant de l'APU jusqu'au centre de l'avion permet d'alimenter l'avion en air sous pression pour :

- démarrer les réacteurs ainsi que le conditionnement d'air au sol.
- Alimenter, en vol, le circuit de conditionnement d'air jusqu'à 6100 m, l'antigivre jusqu'à 6100 m, et aussi démarrer les réacteurs jusqu'à 5600 m, en cas de panne.

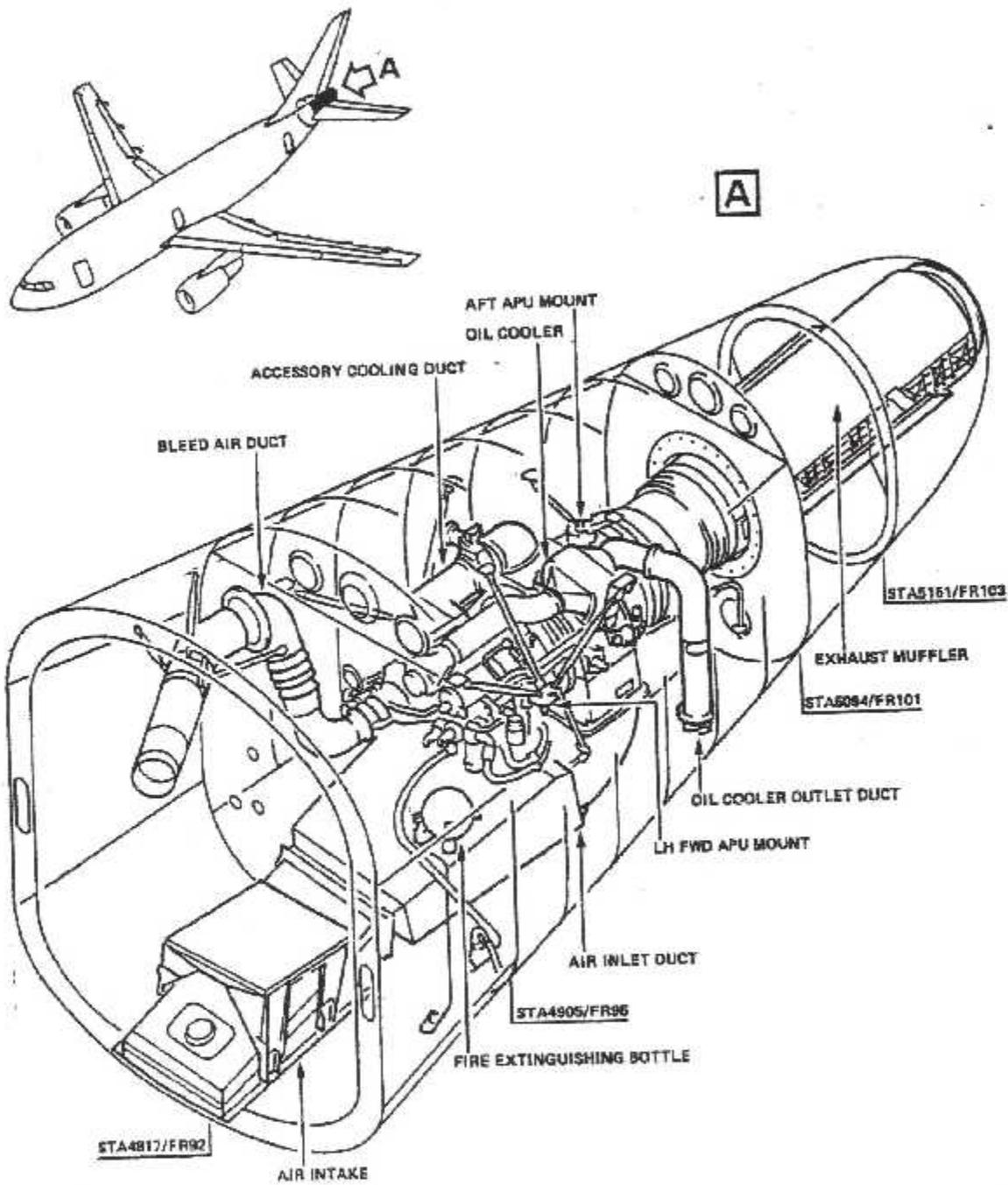


Fig I.12 installation de l'APU

Notons aussi qu'au décollage et afin d'éviter une réduction de poussée due aux prélèvements d'air des compresseurs des réacteurs, ceci dans le cas où les performances optimales de l'avion sont requises, l'APU alimente le circuit de conditionnement d'air et le circuit antigivre.

Les panneaux de commande et les indicateurs sont situés : (fig I.13)

- Dans le cockpit : sur l'overhead panel, sur le maintenance panel et sur la console.
- A la roue de nez, sur l'interphone panel.
- Sur le refueling panel.
- Dans la cabine : sur l'ECB.

L'APU est équipé d'un système de commande électrique. Celui-ci est installé dans l'ECB sur une étagère à l'arrière du compartiment passagers. (fig I.13)

Ayant comme fonction :

- De maintenir constante la vitesse de rotation de la turbine, à un régime adapté à la demande de puissance pneumatique.
- De régler les aubes d'entrée du compresseur pneumatique de manière à satisfaire la demande en air sous pression.
- De protéger le compresseur pneumatique contre le pompage.
- De contrôler le fonctionnement général de l'APU et si nécessaire d'arrêter l'APU.

L'ECB est équipé aussi d'un système BITE (Built In Test Equipment). L'ECB contrôle en permanence le bon fonctionnement de certains composants. Lorsque un composant présente un défaut, celui-ci est mis en mémoire. Après l'arrêt de l'APU, cette mémoire peut être lue à l'aide de switches sur le panneau frontal de l'ECB, sur un display. Ce système facilite le dépannage.

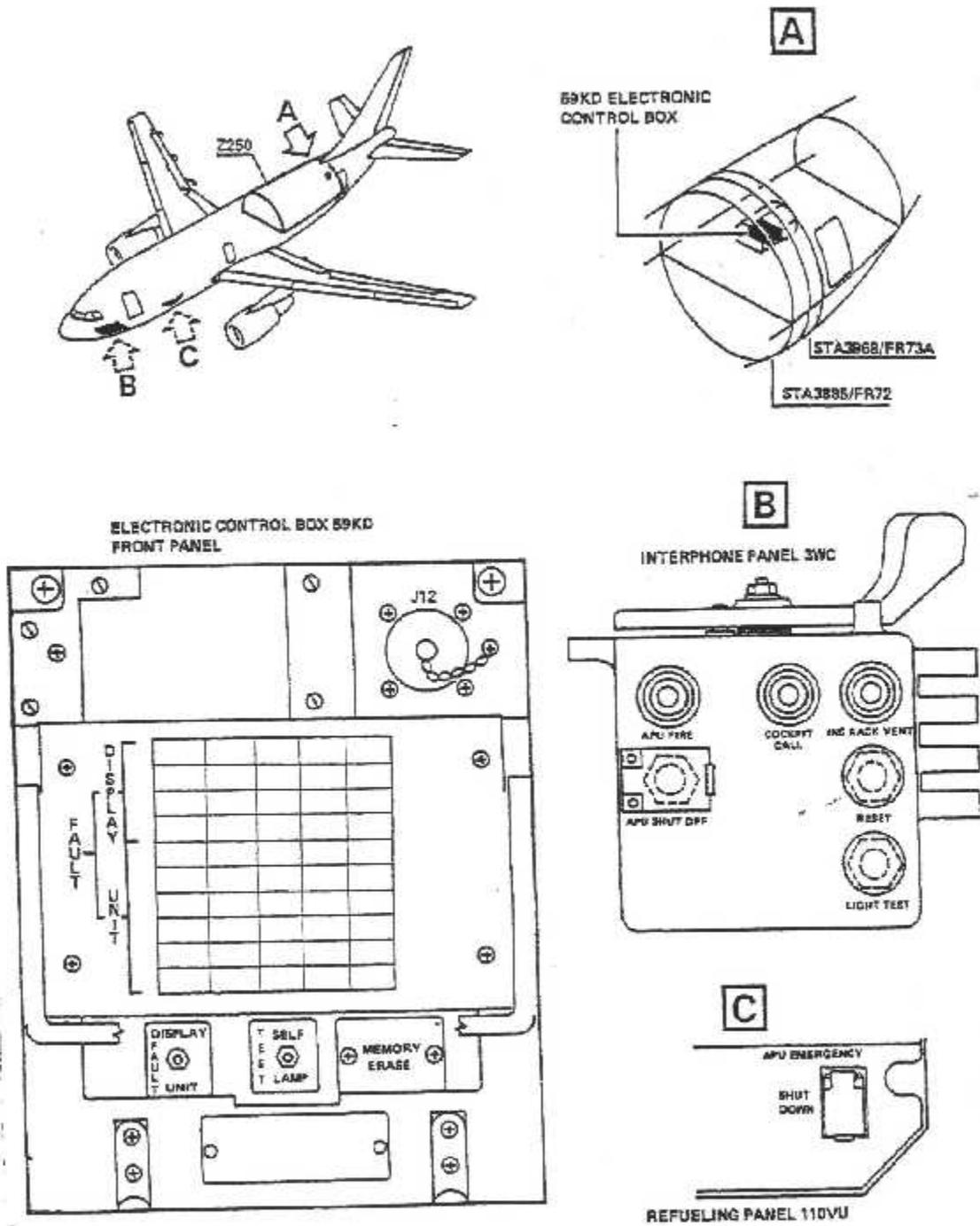


Fig I.13 panneaux de contrôle de l'APU

I.4. Système de distribution et de régulation de la température des zones de la cabine :

Pendant certaines phases de vol, il est nécessaire de chauffer l'air de la cabine. Afin d'avoir une bonne climatisation de l'avion, celui-ci est divisé en quatre zones : (fig I.14) (fig II-A)

- le poste de pilotage,
- la cabine avant,
- la cabine centrale,
- la cabine arrière.

Chacune de ces zones est réglée en température indépendamment des autres. La régulation en température de l'air climatisé dans chaque zone est réalisé en mélangeant de l'air chaud à de l'air provenant du collecteur d'air froid. Le débit de l'air chaud est réglé par une vanne de climatisation pour chaque zone

I.4.1. Vanne de climatisation :

C'est une vanne électrique. Elle possède un indicateur de position et une commande manuelle.

Elle est commandée, soit automatiquement, soit manuellement.

► **commande automatique :** (fig I.15)

Elle est réalisée par un contrôleur de température de zone qui reçoit les signaux suivants :

- température désirée dans la zone,
- température ambiante de la zone,
- température de la gaine d'alimentation de la zone.

La température désirée est affichée sur un sélecteur rotatif, un par zone au panneau supérieur pilotes, lorsqu'il est dans la plage automatique. Il permet des sélections de température comprise entre +18°C et +30°C.

La température ambiante de la zone est donnée par une sonde pour chaque zone.

La température de la gaine est donnée par une sonde pour chaque gaine.

► **commande manuelle :** (fig I.15)

Elle est réalisée par le sélecteur de chaque zone au panneau supérieur pilotes à l'aide des deux positions momentanées "COLD" et "HOT", lorsqu'il est en fonction "MAN".

Les ordres du sélecteur sont directement envoyés à la vanne de climatisation sans passer par le contrôle de température de zone.

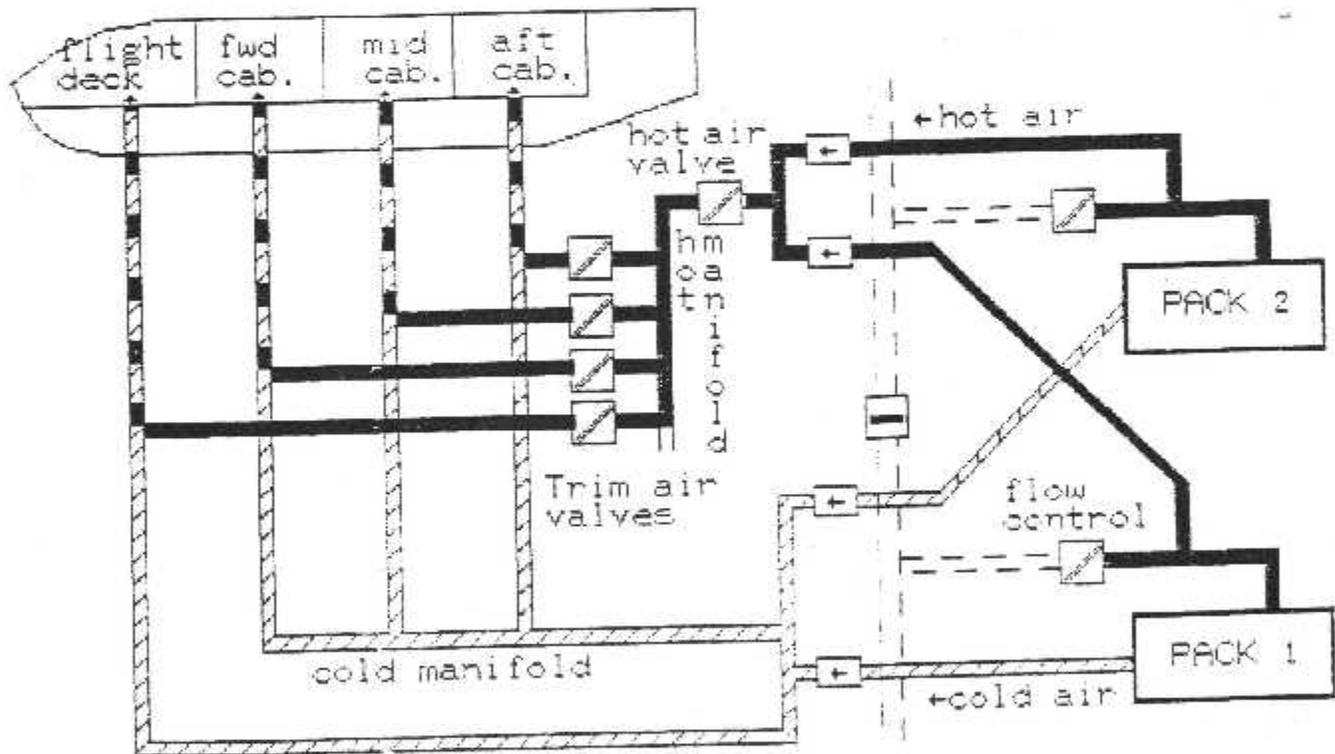


Fig I.14 système de distribution et de régulation de température

Pour effectuer une bonne régulation, il est nécessaire de connaître les paramètres suivants :

- température de la zone : une sonde dans chaque zone .
- température de la gaine d'alimentation de la zone : une sonde sur chaque gaine .
- Position de la vanne de climatisation.

Tous ces paramètres peuvent être lus sur l'écran de droite du système ECAM.

Il est également possible, au panneau supérieur pilotes, de connaître pour chaque zone :

- la température de la zone (COMP) : même sonde que pour le système ECAM.
- la température de la gaine d'alimentation (DUCT) : même sonde que pour le système ECAM .

Grâce à un indicateur double (COMPT et DUCT) et par l'intermédiaire d'un sélecteur de zone .

La position "CRT" du sélecteur rend l'indicateur inopérant.

Lorsqu'une zone est sélectionnée, l'indicateur donne les températures correspondantes, alors qu'elles disparaissent sur l'écran de droite du système ECAM et sont remplacées par des croix magenta (XX).

1.4.2. La régulation de température :

1.4.2.1. généralités : (fig 1.16)

La régulation automatique de la température cabine et poste met en jeu sept contrôleurs de température :

- 4 contrôleurs de zone .
- 1 contrôleur de liaison,
- 2 contrôleurs de packs,

1.4.2.2. principe de fonctionnement : (fig 1.16)

Chaque contrôleur de zone calcule pour sa zone l'apport de température nécessaire pour obtenir la température affichée sur son sélecteur de commande. Les contrôleurs de zones envoient leur demande au contrôleur de liaison. Le contrôleur de liaison envoie aux contrôleurs des packs, un signal électrique qui correspond à la demande de température la moins élevée des quatre zones. Ceci détermine la température de sortie des packs et cette température suffit pour climatiser la zone qui demande l'apport de la température le moins élevé. Les autres zones font l'apport de température par apport d'air chaud à l'aide de leur vanne de climatisation.

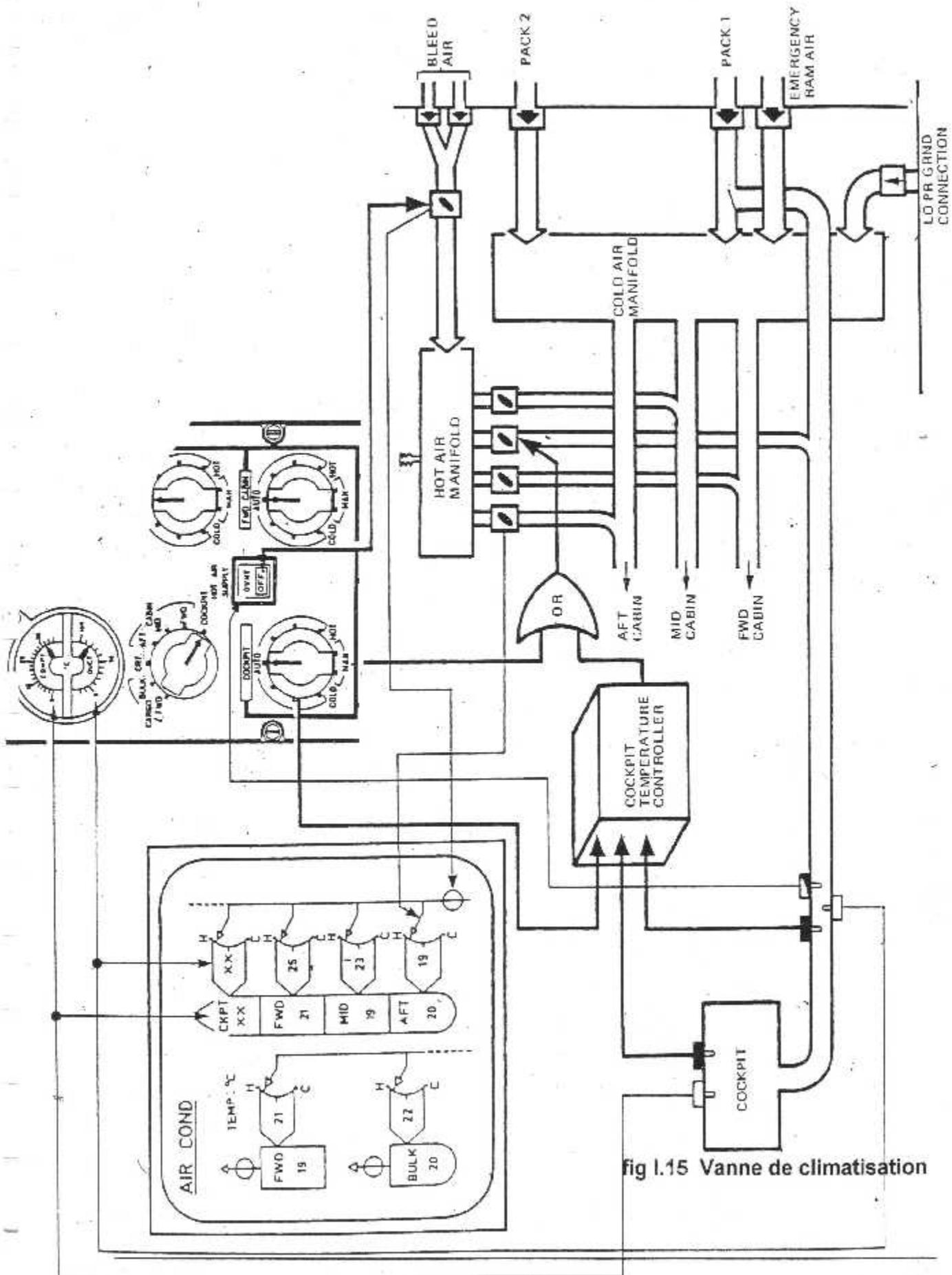


fig I.15 Vanne de climatisation

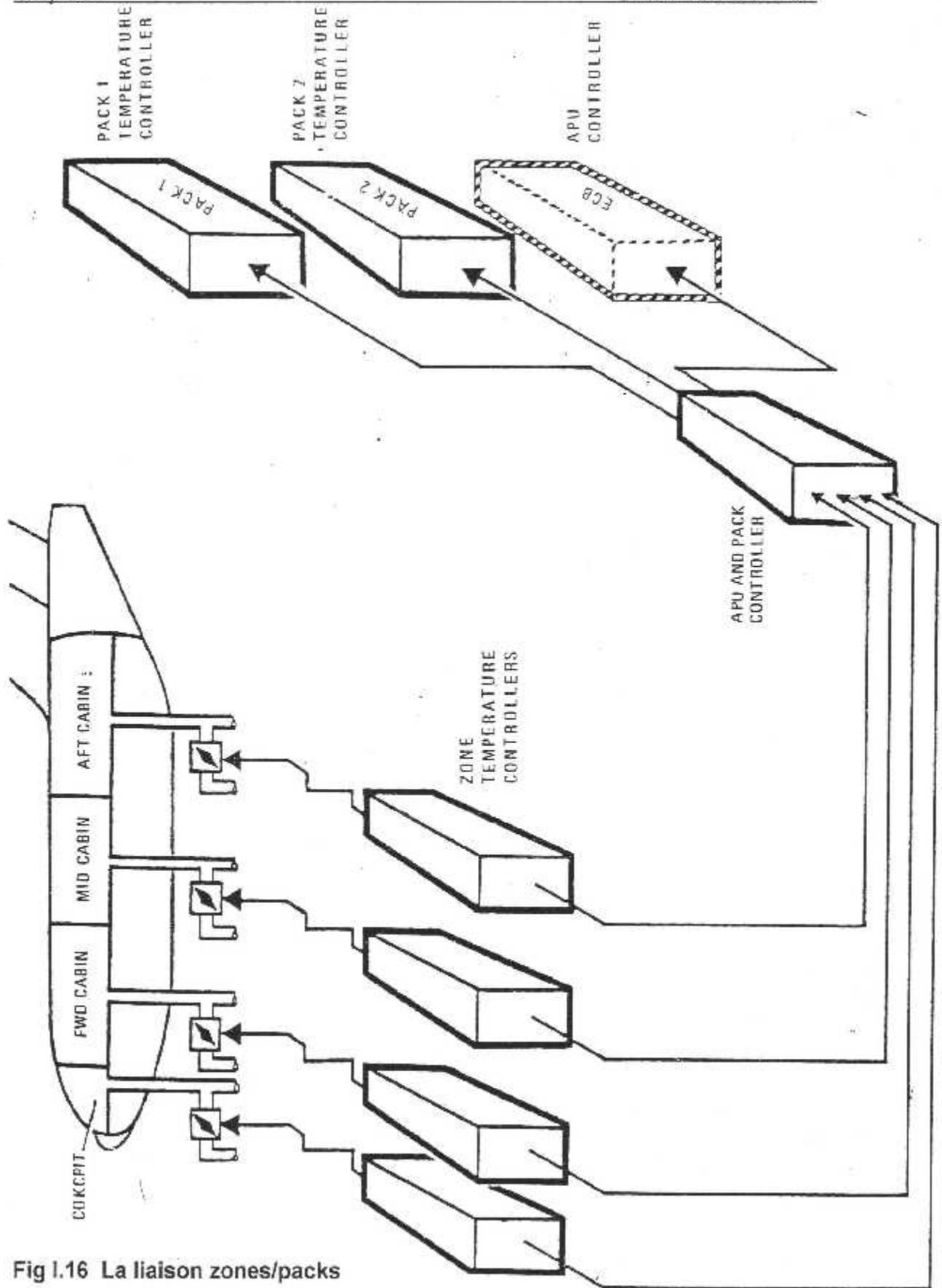


Fig I.16 La liaison zones/packs

Lorsque l'alimentation en air des packs se fait par l'APU et que la climatisation est mise en service, le contrôleur de liaison envoie un signal électrique à la boîte ECB, afin d'augmenter le débit d'air de l'APU vers les packs.

Dans le fonctionnement de la climatisation, trois cas principaux peuvent être envisagés :

- la climatisation et les packs fonctionnent en automatique,
- la climatisation des quatre zones fonctionne en manuel et les packs en automatique,
- la climatisation et les packs fonctionnent en manuel.

I.4.2.2.a. la climatisation et les packs en automatique :

Deux cas sont possibles :

- 1- la zone poste demande l'apport de température le plus faible,
- 2- une des zones cabine demande l'apport de température le plus faible.

1) La zone poste demande l'apport de température le plus faible : (fig I.17)

- le contrôleur de liaison envoie la demande de température du poste au contrôleur du pack 1.
- Le contrôleur de liaison envoie la demande de température la plus faible des trois zones cabine au contrôleur du pack 2.
- Les deux zones cabine restantes font l'apport de température par leur vanne de climatisation.

2) Une des zones cabine demande l'apport de température le plus faible (fig I.17)

- le contrôleur de liaison envoie la demande de température de cette zone aux contrôleurs des deux packs.
- les trois zones restantes font l'apport de température par leur vanne de climatisation.

I.4.2.2.b. La climatisation en manuel et les packs en automatique :

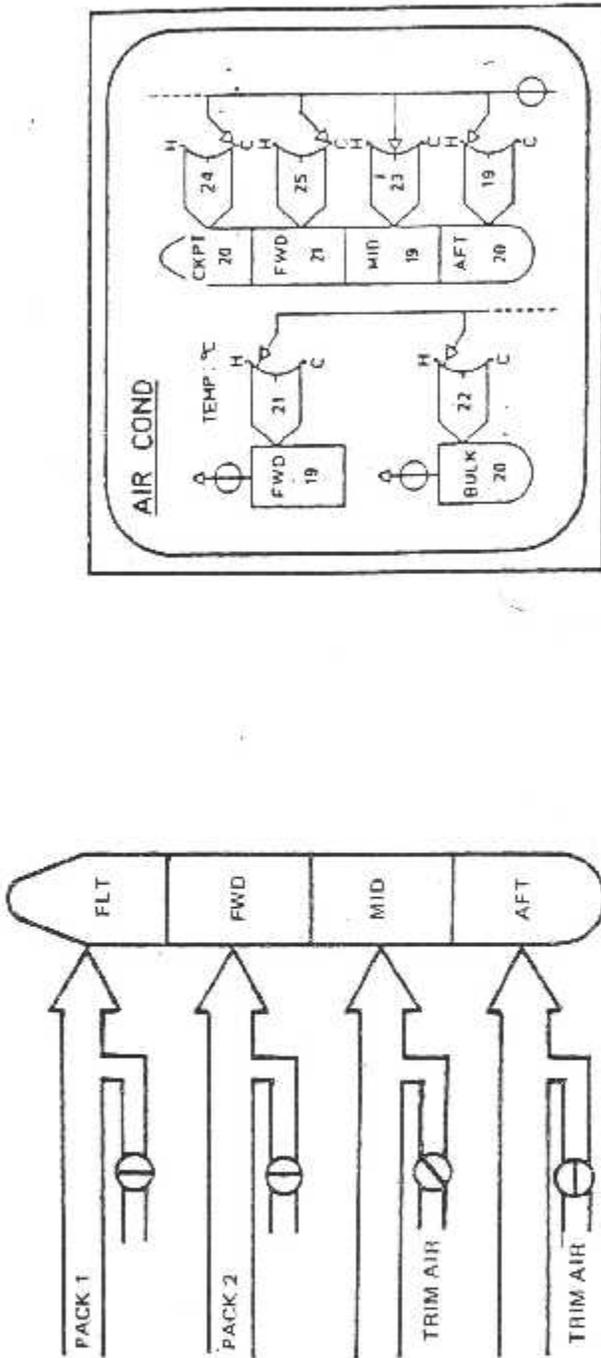
Les deux packs délivrent alors de l'air à + 7°C. L'apport de température par apport d'air chaud est réalisé à l'aide des sélecteurs en commandant directement les vannes de climatisation.

I.4.2.2.c. La climatisation et les packs en manuel :

La température de sortie des packs est demandée par l'interrupteur "COLD" et "HOT" au panneau "PACK TEMP" (action sur le volet sortie échangeur thermique et sur la vanne by-pass turbine).

La température des zones est fonction de la position de leur vanne de climatisation. Elles sont commandées par les sélecteurs de température de la zone correspondante, au panneau supérieur pilotes.

THE FLIGHT COMPARTMENT DEMANDS THE LOWEST TEMPERATURE



ONE UP THE THREE CABIN ZONES DEMANDS THE LOWEST TEMPERATURE

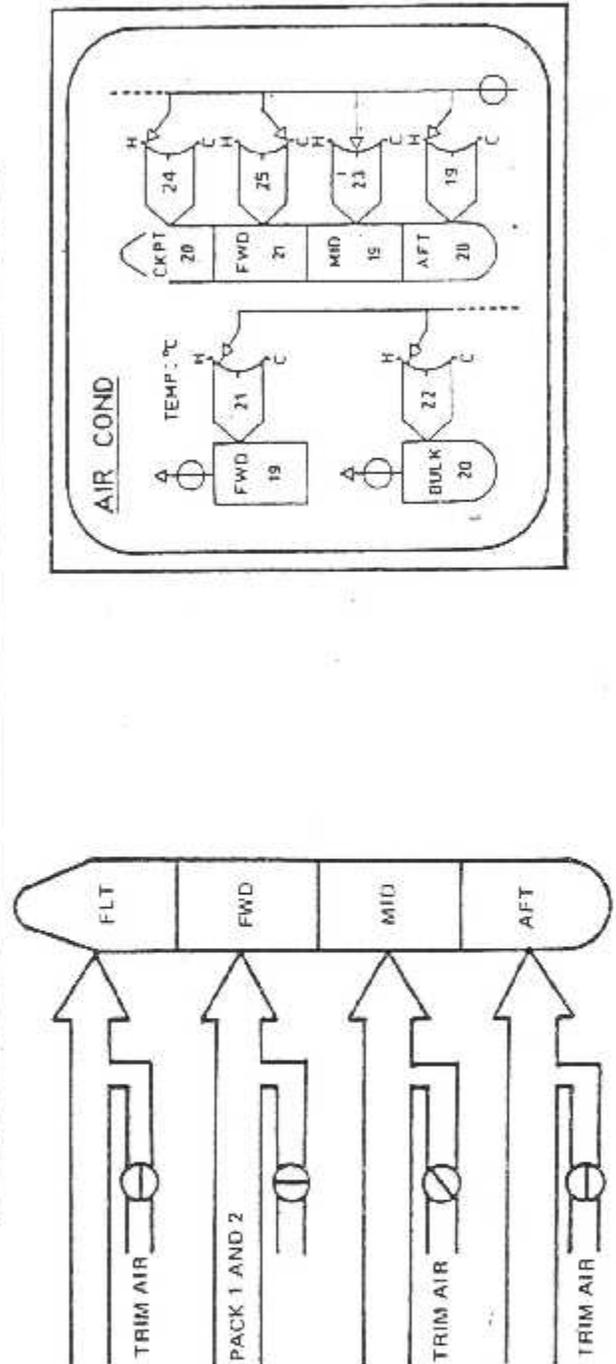


Fig 1.17 fonctionnement de la régulation de la température

Il est donc important dans ce cas que les packs délivrent une température relativement froide, car on ne peut rajouter que de l'air chaud par la vanne de climatisation .

Nota : les contrôleurs de zone sont situés dans le meuble 90 VU sur l'étagère 91 VU. (fig I.18)

I.4.2.3. Les sondes utilisées à la régulation de la température de zone : (fig I.19)

Les sondes utilisées sont :

- (1) : sonde de température zone pour le contrôleur de zone,
- (2) : sonde de température zone pour l'indicateur et l'ECAM,
- (3) : sonde de température conduit pour le contrôleur de zone,
- (4) : sonde de température conduit pour le protecteur surchauffe,
- (5) : sonde de température conduit pour l'indicateur et l'ECAM.

I.4.2.4. Distribution cabine : (fig I. 20)

Les collecteurs d'air froid et d'air chaud sont situés sous le plancher de la soute avant, les gaines d'alimentation de chaque zone cabine longent les parois du fuselage pour atteindre le plafond cabine. Elles alimentent alors leur conduit de distribution. L'air sort des conduits de distribution par des injecteurs. L'air circule ensuite dans la cabine avant d'être évacué le long des parois du fuselage vers les soutes, par des orifices aménagés au niveau du plancher cabine.

Afin d'avoir une meilleure circulation de l'air dans la cabine, chaque zone possède un ventilateur qui recycle une partie de l'air cabine dans les conduits de distribution.

I.4.3. Climatisation des soutes : (fig I.21)

La climatisation de la soute avant et de la soute vrac est réalisée par de l'air cabine auquel on mélange de l'air chaud par l'intermédiaire de vannes de climatisation soute. Cet air chaud est prélevé sur le collecteur d'air chaud. L'air est évacué des soutes vers la vanne de régulation de débit arrière, à travers un ventilateur et une vanne d'isolement.

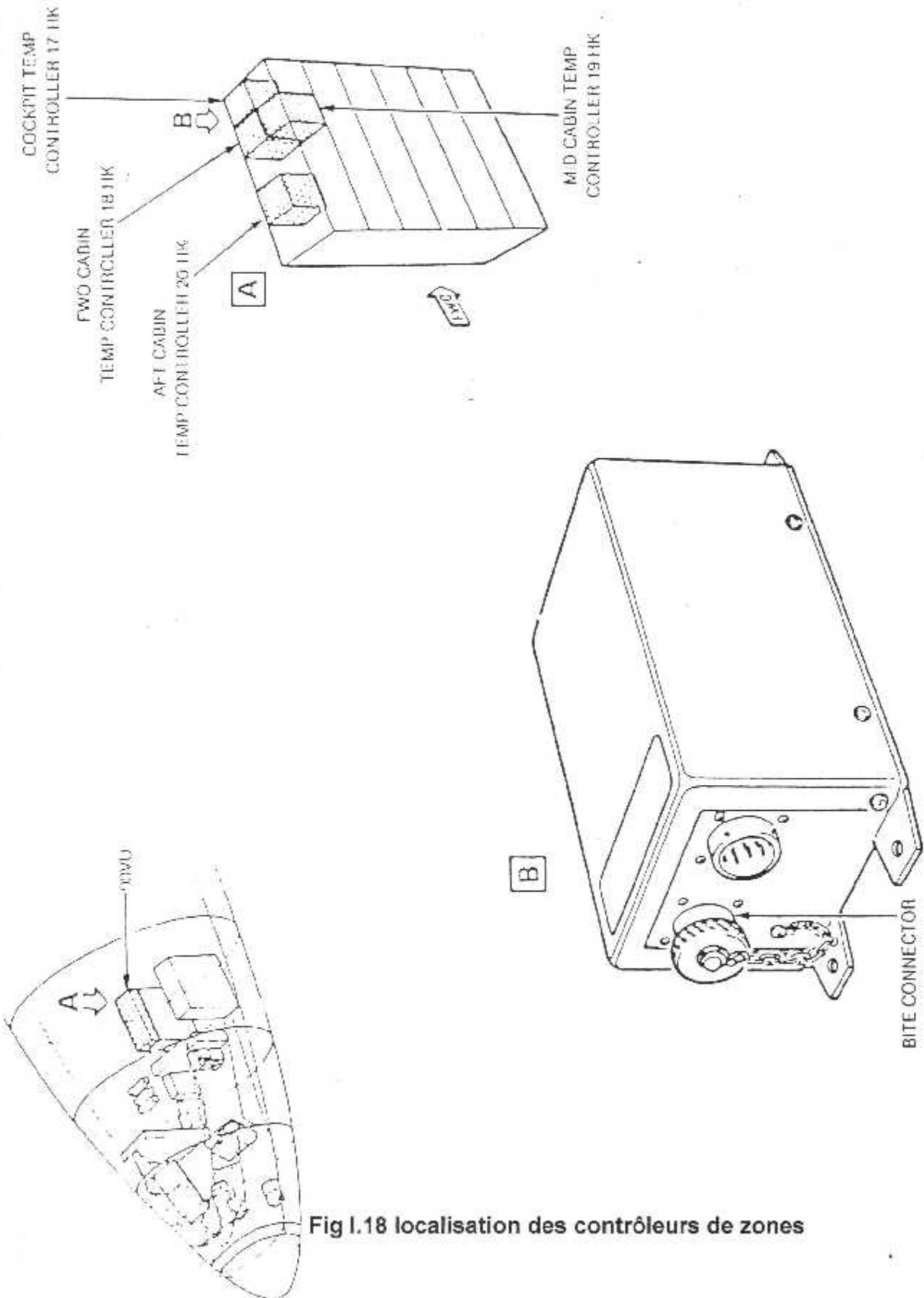


Fig I.18 localisation des contrôleurs de zones

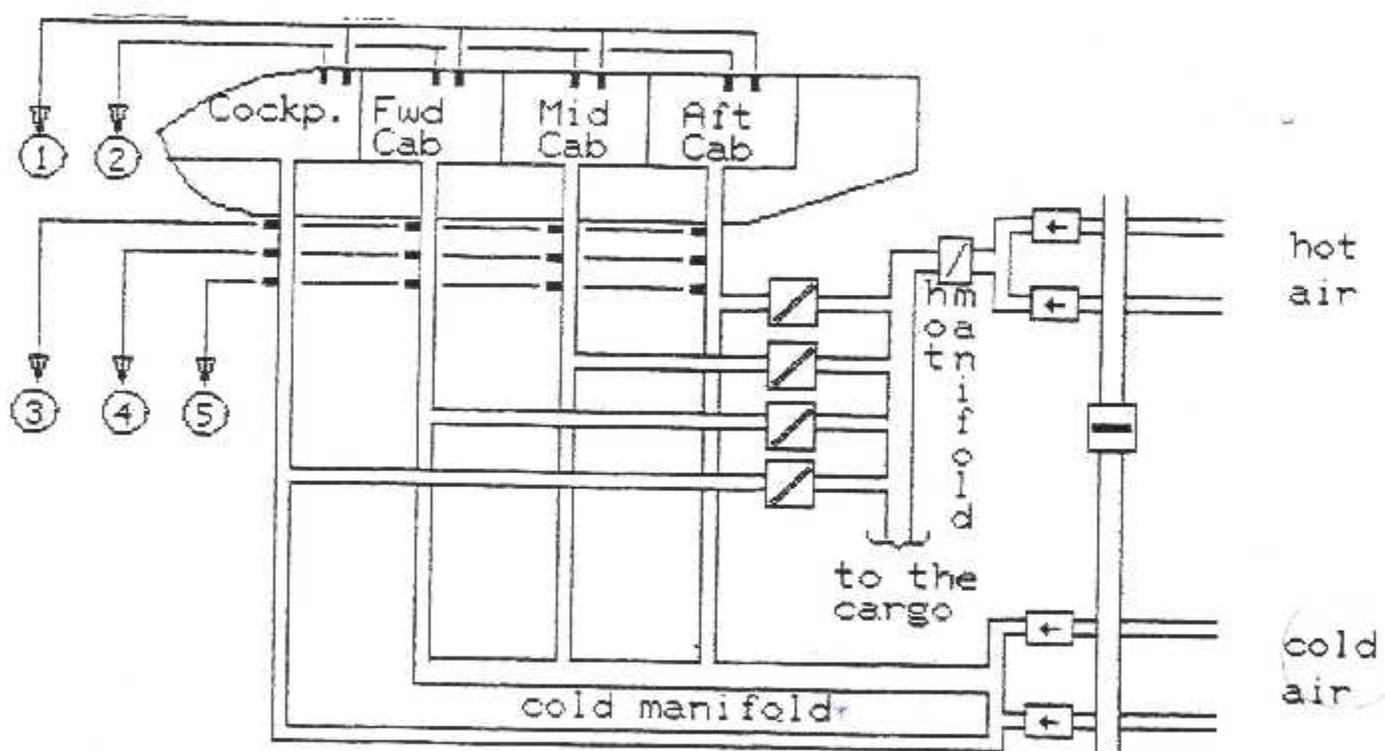


Fig 19 sondes de température

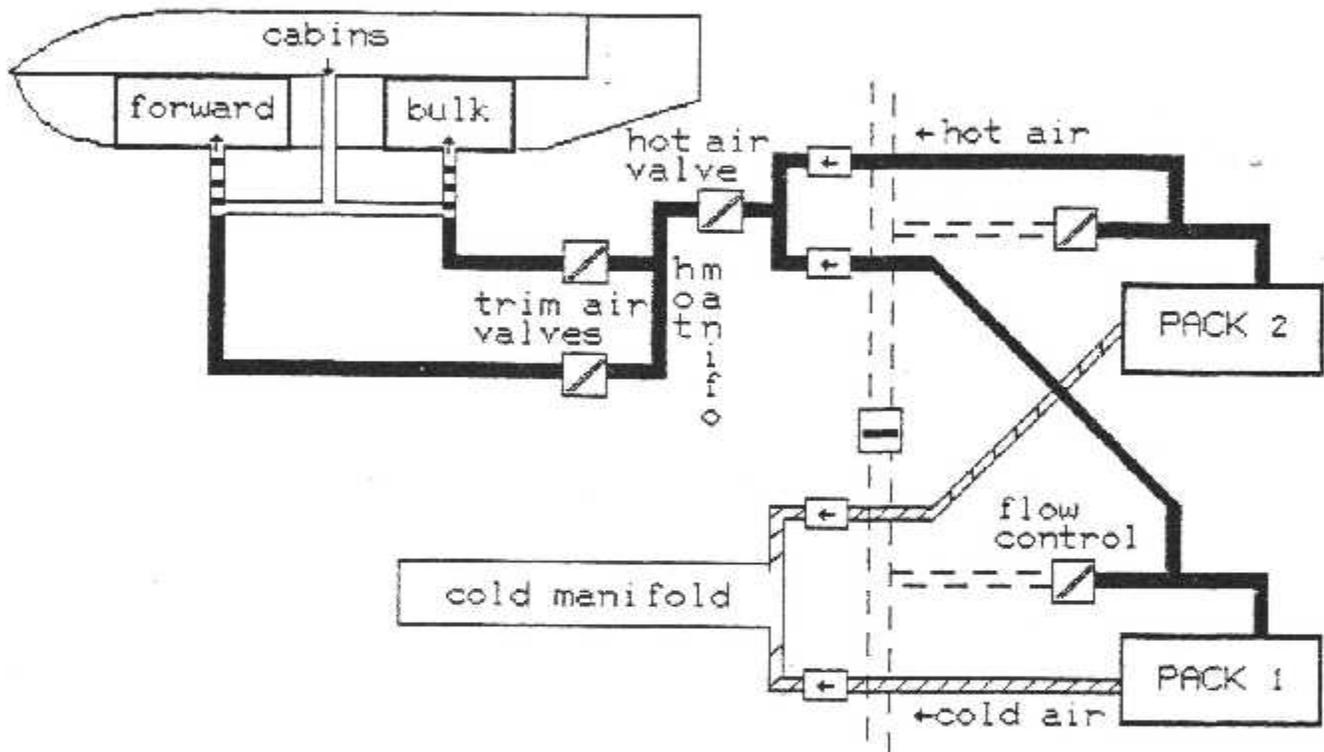


Fig 1 climatisation des soutes

CHAPITRE II

Le Contrôle de la température de Pack

II.1. Généralités : (fig II.1)

Le système de contrôle de la température sert à contrôler automatiquement ou manuellement les niveaux de température désirés à l'intérieur des compartiments occupés de l'avion.

le contrôle automatique de la température est le mode normale de contrôle ; Le contrôle manuel est le mode de secours.

La température désirée est obtenue en mixant l'air à partir de deux sources :

- une source d'air chaud prélevé en amont des packs de réfrigération et alimenté par les réacteurs, l'APU ou un groupe au sol haute pression (HP).
- Une source d'air frais alimentée par les packs de réfrigération.

II.2. Régulation de la température du pack : (fig II.1)

A la sortie de chaque pack, il est possible d'obtenir des températures comprises entre + 12°C et +63°C en fonctionnement normal et entre -7°C et +63°C en fonctionnement froid maximum.

Pour permettre cette régulation de température, chaque pack est équipé :

- d'un volet de sortie d'air échangeur qui permet de faire varier le débit d'air de refroidissement dans l'échangeur,
- d'une vanne by-pass turbine qui prélève de l'air à l'entrée turbine et l'envoie à la sortie turbine ; ceci permet de décharger la turbine (qui fournit moins de froid) et permet d'obtenir une température de sortie pack plus élevée.

Un vérin électrique commande le volet de sortie échangeur et par un téléflex la vanne by-pass turbine.

- lorsque le volet est fermé, la vanne by-pass turbine est ouverte.
- Pour un refroidissement maximum en sortie de pack, il faut ouvrir le volet, ce qui ferme la vanne by-pass turbine.
- Pour obtenir un refroidissement minimum en sortie de pack, il faut fermer le volet, ce qui ouvre la vanne by-pass turbine.

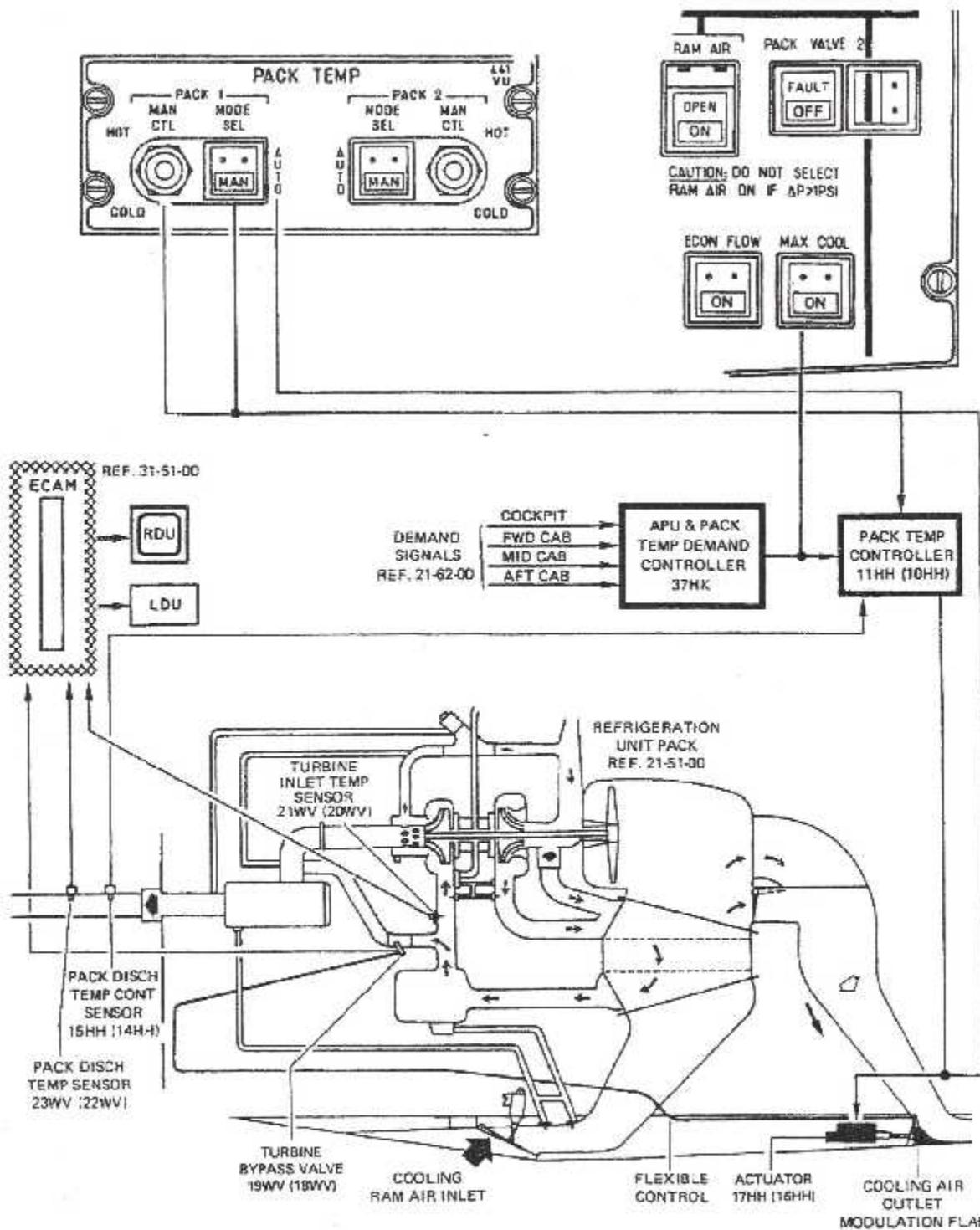


Fig II.1 Régulation de la température de pack

II.3. Description des composants : (fig II.2.a et II.2.b)

II.3.a. vanne by-pass turbine 19WV (18 WV) :

C'est une vanne à papillon localisée dans le conduit de la turbine by-pass du pack.

Elle est positionnée par l'actuateur 17HH (16 HH).

Une vanne est fournie pour chacun des deux packs.

II.3.b. détecteur de la température entrée turbine 21 WV (20 WV) :

C'est un élément unitaire de type résistance désigné pour mesurer la température entrée turbine, il transmet l'information à l'écran de droite du système ECAM.

II.3.c. actuateur de la vanne by-pass turbine 17 HH (16 HH) :

C'est un vérin linéaire et électromagnétique qui actionne mécaniquement la vanne by-pass turbine 19 WV (18 WV) ; le fonctionnement de la vanne est associé à celui du clapet de modulation de la sortie d'air de refroidissement.

II.3.d. détecteur de contrôle de la température du pack :

Le détecteur mesure la température de l'air circulant à travers le tuyau de sortie de pack et transmet l'information au contrôleur de la température de pack associé 11 HH (10 HH). La sonde consiste d'un thermistor, la résistance qui varie avec la température.

II.3.e. détecteur de la température de décharge de pack 21 WV (20 WV) :

C'est un élément unitaire de type résistance désigné pour mesurer la température de décharge de pack, et transmettre l'information à l'écran de droite du système ECAM.

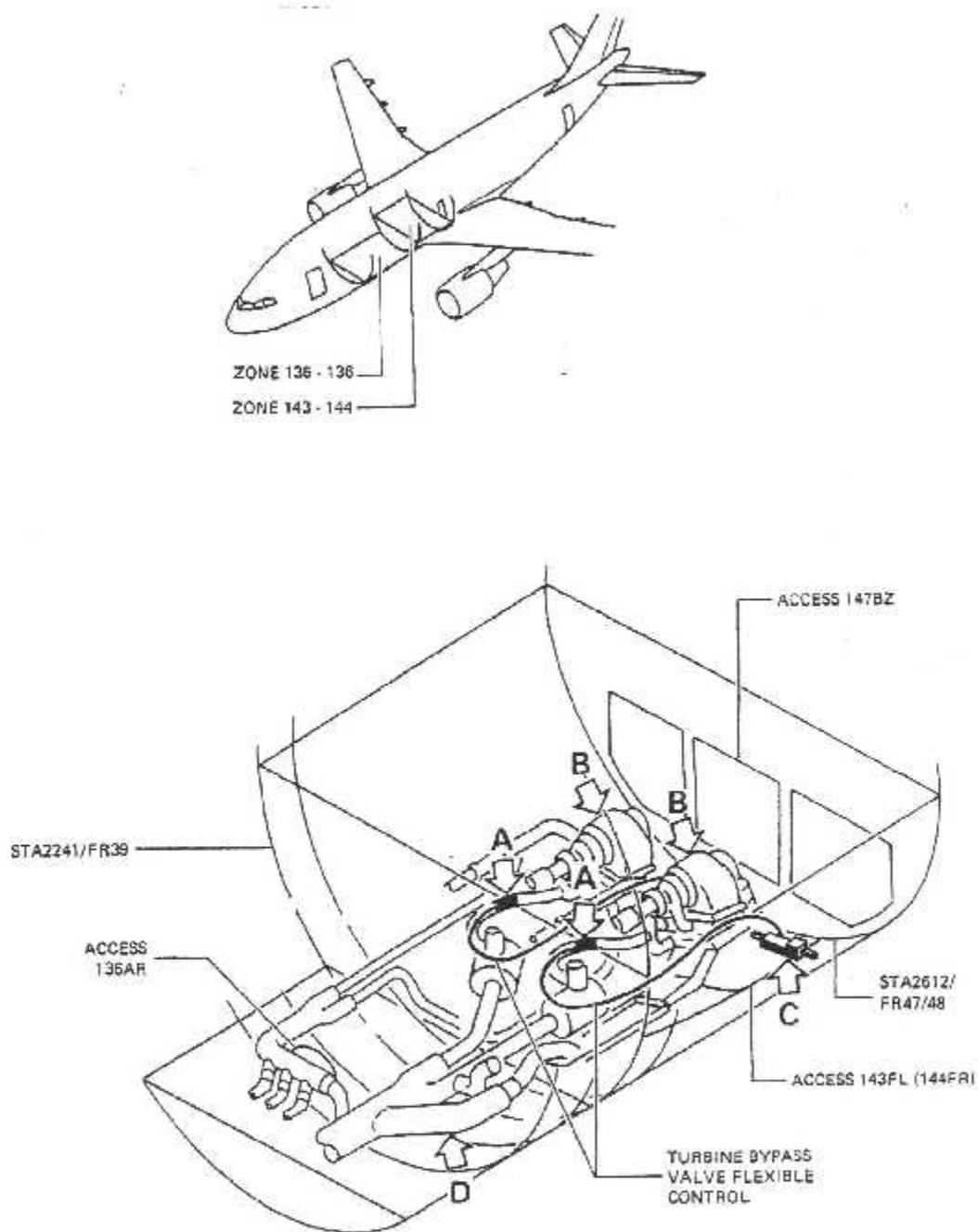


Fig II.2.a Localisation des composants

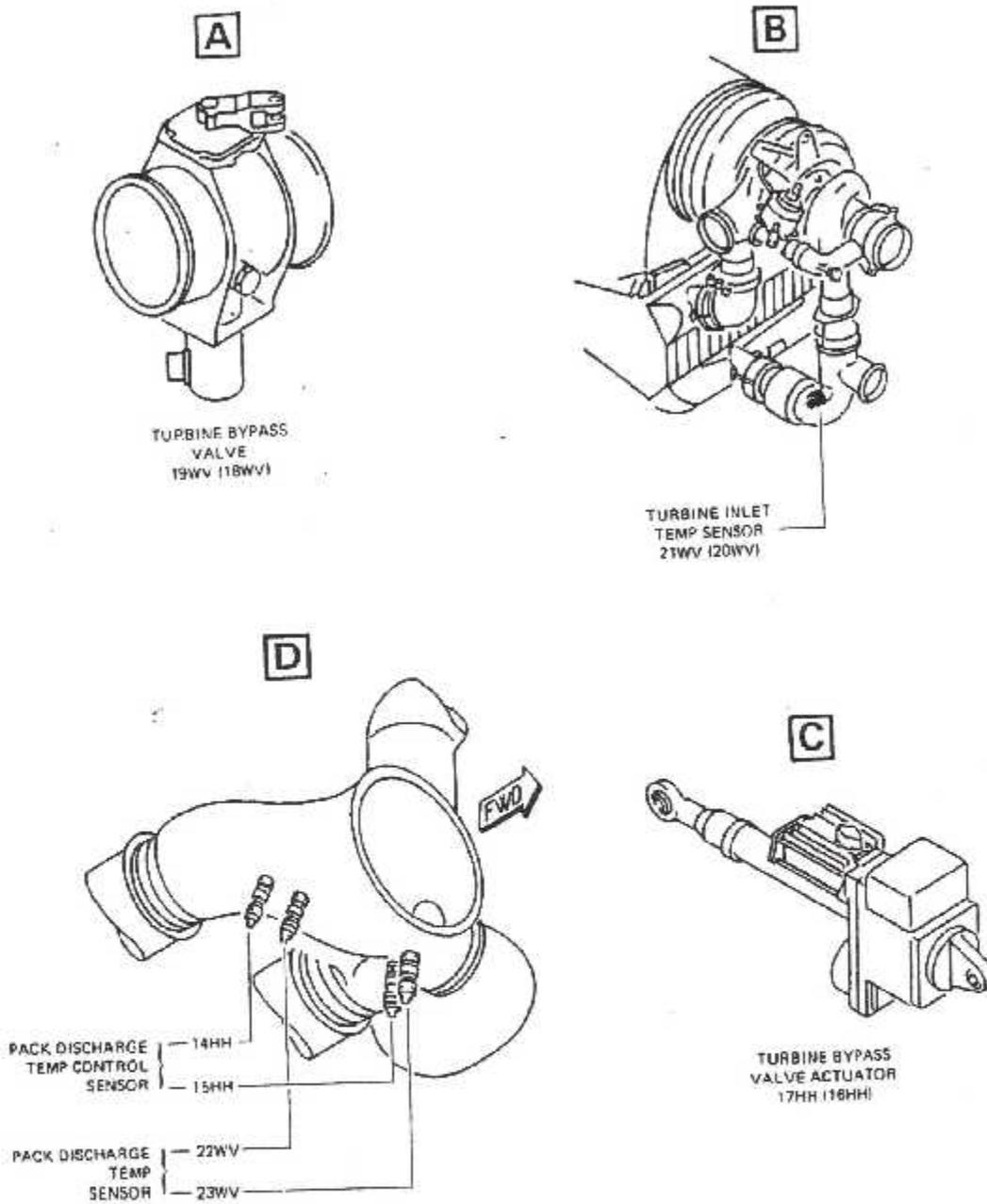


Fig II.2.b. Description des composants

II.4. Commandes et Contrôles : (fig II.3)

Deux modes de régulation sont possibles, automatique ou manuelle. La sélection du mode de fonctionnement est réalisée au panneau supérieur pilotes (441 VU) par un sélecteur repéré PACK MODE SEL (1 ou 2) (55 HH – 56 HH). Lorsqu'il est en position :

ENFONCE ("MAN" éteint)

Le vérin électrique de commande du volet sortie d'air échangeur et de la vanne by-pass turbine est commandé automatiquement par un contrôleur de température de pack, en fonction

- ✦ De la demande de température en cabine
- ✦ De la température de l'air en sortie du pack

RELACHE ("MAN" allumé blanc) :

Le vérin est commandé manuellement par un interrupteur à trois positions (dont deux momentanées COLD et HOT), sans passer par le contrôleur de température du pack.

Pour commander manuellement la régulation de température d'un pack, les paramètres suivants sont nécessaires et sont indiqués sur l'écran de droite du système ECAM :

- position de la vanne by-pass turbine,
- température d'entrée turbine,
- température de sortie du pack.

Un bouton poussoir "MAX COOL" (70 HH) au panneau supérieur pilotes (437 VU) permet lorsqu'il est :

ENFONCE (OFF éteint)

D'avoir une plage de régulation de la température de sortie de pack
De -7°C à $+63^{\circ}\text{C}$.

RELACHE (OFF allumé blanc)

D'avoir une plage de régulation de la température de sortie de pack
De $+12^{\circ}\text{C}$ à $+63^{\circ}\text{C}$.

Cette fonction "MAX COOL" n'est opérante que si le pack fonctionne en automatique.

Note : le contrôleur de la température de pack n'est plus alimenté dans l'un des cas suivants :

- le contrôle se fait en mode manuel (MAN)
- le pack de réfrigération est coupé.

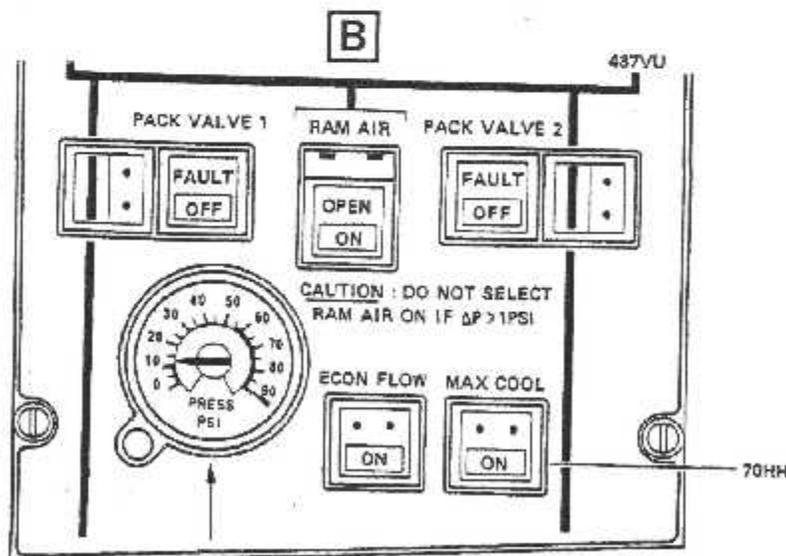
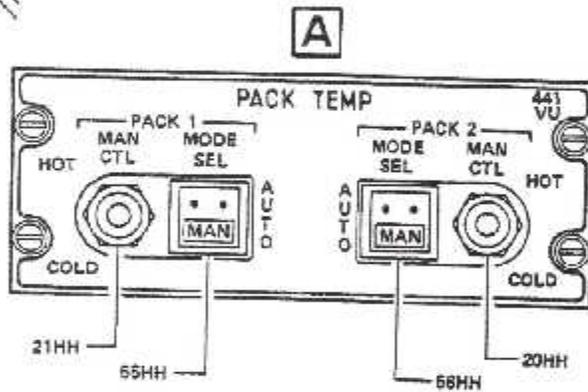
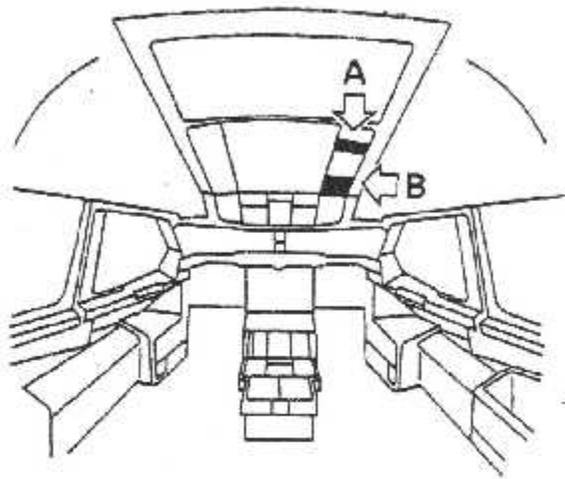


Fig II.3 commandes et contrôles

II.5. Protection surchauffe de pack :

Deux clapets thermostatiques et deux bouchons fusibles situés à la sortie compresseur et à l'entrée turbine permettent de faire chuter la pression de commande de la vanne de pack et, par conséquent, de diminuer ou de couper l'alimentation en air du pack.

➤ A la sortie compresseur

- le clapet thermostatique crée une fuite à partir de 282 °C et la vanne de pack commence à se fermer. A 299°C, la vanne est complètement fermée.
- en cas de non fonctionnement du clapet thermostatique, un bouchon fusible crée une fuite permanente et définitive à 304°C. la vanne reste alors définitivement fermée.

➤ A l'entrée turbine

- le clapet thermostatique fonctionne à 121°C et le fusible à 135°C.

Note : lorsque la vanne de régulation se ferme, il y a déclenchement des alarmes suivantes au poste :

Allumage du voyant " FAULT" au panneau supérieur pilotes (437 VU) et au bout de 60 secondes, activation du système ECAM.

II.6. Contrôleurs de la température de pack :

II.6.1. Description :

Il y a deux contrôleurs de température de pack identiques, un pour chaque pack (groupe de conditionnement d'air). Le contrôleur compare la température de décharge avec le signal de référence provenant du contrôleur de liaison pour produire un signal d'erreur pour actionner l'actuateur de la vanne by-pass turbine.

Ils sont installés en soute électronique dans le meuble 90 VU sur l'étagère 91 VU.

(fig II.4)

Ils sont repérés :

- 10 HH contrôleur du pack droit (2),
- 11 HH contrôleur du pack gauche (1).

Le contrôleur de température de pack est un ensemble électronique monté sur châssis, il comprend un module de puissance, un module d'entrée, un module de modulation et un module de sortie.

Sur la face du contrôleur, il y a :

- un connecteur électrique pour la connexion au réseau électrique de l'avion.
- un connecteur électrique de test (BITE).

II.6.2. fonctionnement : (fig II.5)

II.6.2.a- le module de puissance :

Il convertit le 115 VAC /400 Hz en +15 VDC et -15 VDC.

Le module transmet aussi un signal régulé positif (5.1 VDC) pour alimenter le pont.

II.6.2.b- le module d'entrée :

Il compare le signal capté à la sortie du pack avec le signal de demande du pack, qui résulte en un signal d'erreur.

La polarité et l'amplitude du signal d'erreur déterminent la direction et le taux d'entraînement de l'actuateur.

II.6.2.c- le module de modulation:

Il est divisé en deux canaux :

- Le canal de demande de chaleur : il comprend un amplificateur et un module d'alimentation avec leurs composants associés.
- Le canal de demande de froid : il comprend un amplificateur et un module de puissance avec leurs composants associés.

Le fonctionnement des deux canaux est le même, la différence fondamentale est que la polarité de la tension de référence appliquée aux amplificateurs est inversée.

II.6.2.d- Le module de sortie :

Lui aussi est divisé en deux canaux , le canal de demande de chaleur et celui de demande de froid, chacun est constitué d'un transformateur, des redresseurs, un transformateur de détection courant et un module de puissance avec leurs composants associés .

Le fonctionnement des deux canaux est le même .

II.6.2.e. Condition d'équilibre :

Les grandeurs du circuit sont tel que le pont de contrôle est équilibré quand la température mesurée est 45° F (4146 Ω). sous cette condition, la sortie du pont est nulle et celle de l'amplificateur AR1 aussi. cependant, l'entrée d'équilibre du circuit est obtenue lorsque le signal d'erreur du pont de contrôle provenant de AR1 est égale au niveau du signal de la température demandée. Sous cette condition, les sorties des amplificateurs AR2, AR3 et AR4 seront nulles. L'entrée du circuit sera en condition d'équilibre et donc aucun signal d'erreur ne peut être appliquer au module de modulation et ainsi il n'y aura pas de signal à la sortie.

II.6.2.f. Le déséquilibre modéré :

Sous condition d'un déséquilibre modéré, le signal d'erreur provenant du réseau d'intégration est amplifié et les redresseurs appropriés dans le module de sortie seront passants.

Quand la température mesurée est inférieure à celle demandée, le canal de demande de chaleur produit une sortie. Le signal d'erreur résultant à la sortie de AR4 du module d'entrée sera négative et sera appliquée aux entrées des amplificateurs AR5 et AR6 sur le module de modulation.

Avec une entrée nulle vers le modulateur, il y aura un courant positif vers AR5 qui le maintient en saturation négative (sortie nulle).

Quand le signal d'entrée du module de modulation augmente, la sortie de AR5 devient positive, cette tension positive sera appliquée aux portes logiques où elle sera synchronisée avec le signal « zero axis ». le module de l'alimentation de pont est court-circuité causant un courant maximum au niveau du transformateur T2.

Une sortie de 115 VAC, 400 Hz sera appliquée à la pin A du connecteur J1.

Au même temps que la sortie de AR5 devient positive, le condensateur C27 commence à se charger ; ce potentiel positif est retourné vers AR5 jusqu'à produire une sortie nulle de AR5.

Le condensateur C27 va commencer à se décharger ; quand la tension à ses bornes atteint un niveau qui permet au signal d'erreur de l'entrée négative de vaincre le courant positif , le cycle va se répéter lui même.

II.6.2.g. Le déséquilibre extrême :

Sous conditions d'une déviation extrême de température entre la température mesurée et celle demandée, le signal d'erreur sera d'une très grande amplitude .

Sous cette condition, le canal de demande de chaleur va produire une sortie continue.

Quand la température mesurée est au dessus de celle demandée, l'unité fonctionne comme expliqué ci-dessus, à l'exception que le signal d'erreur vers le modulateur sera positif.

Le canal de demande de froid est actif et celui de demande de chaud est inactif.

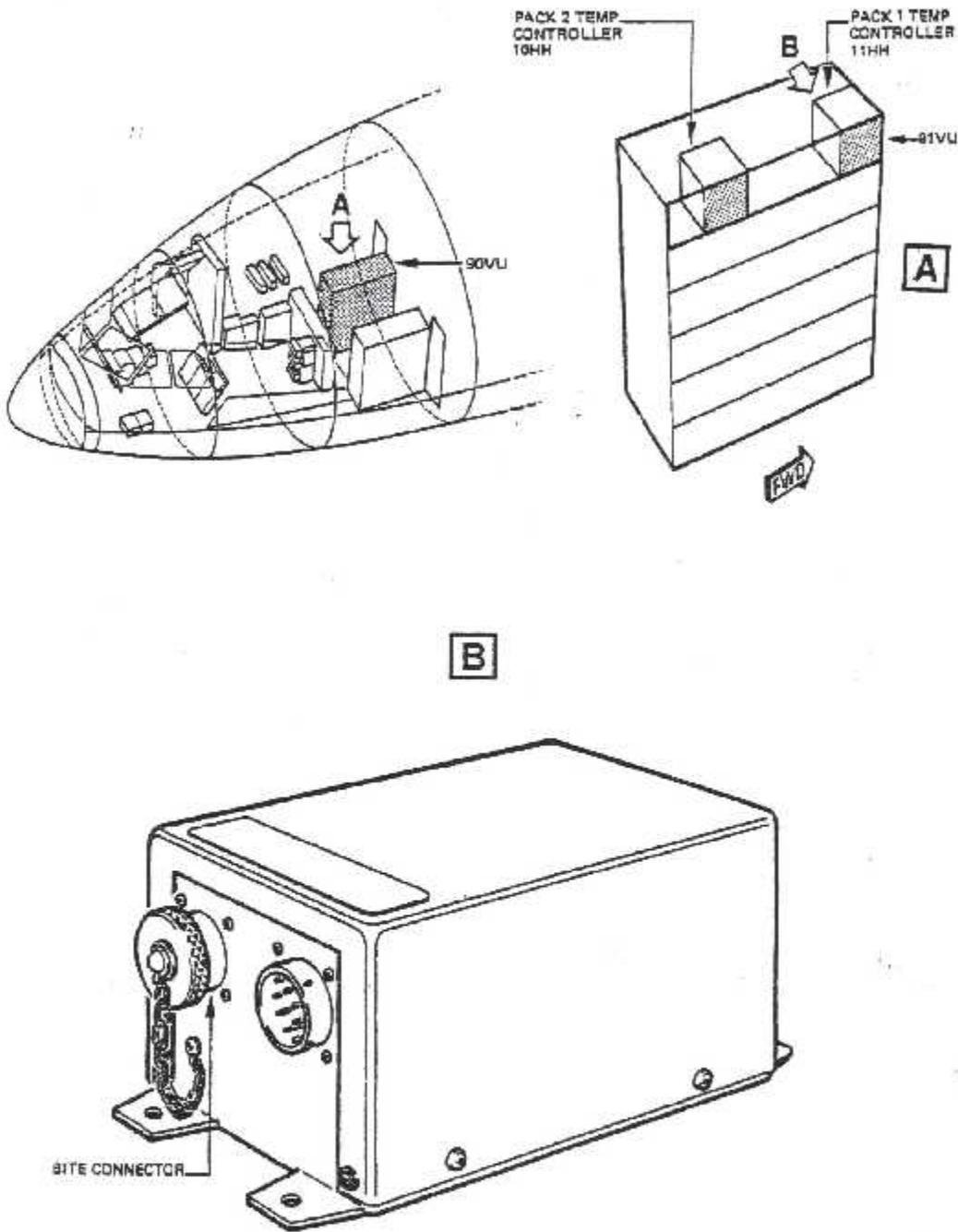
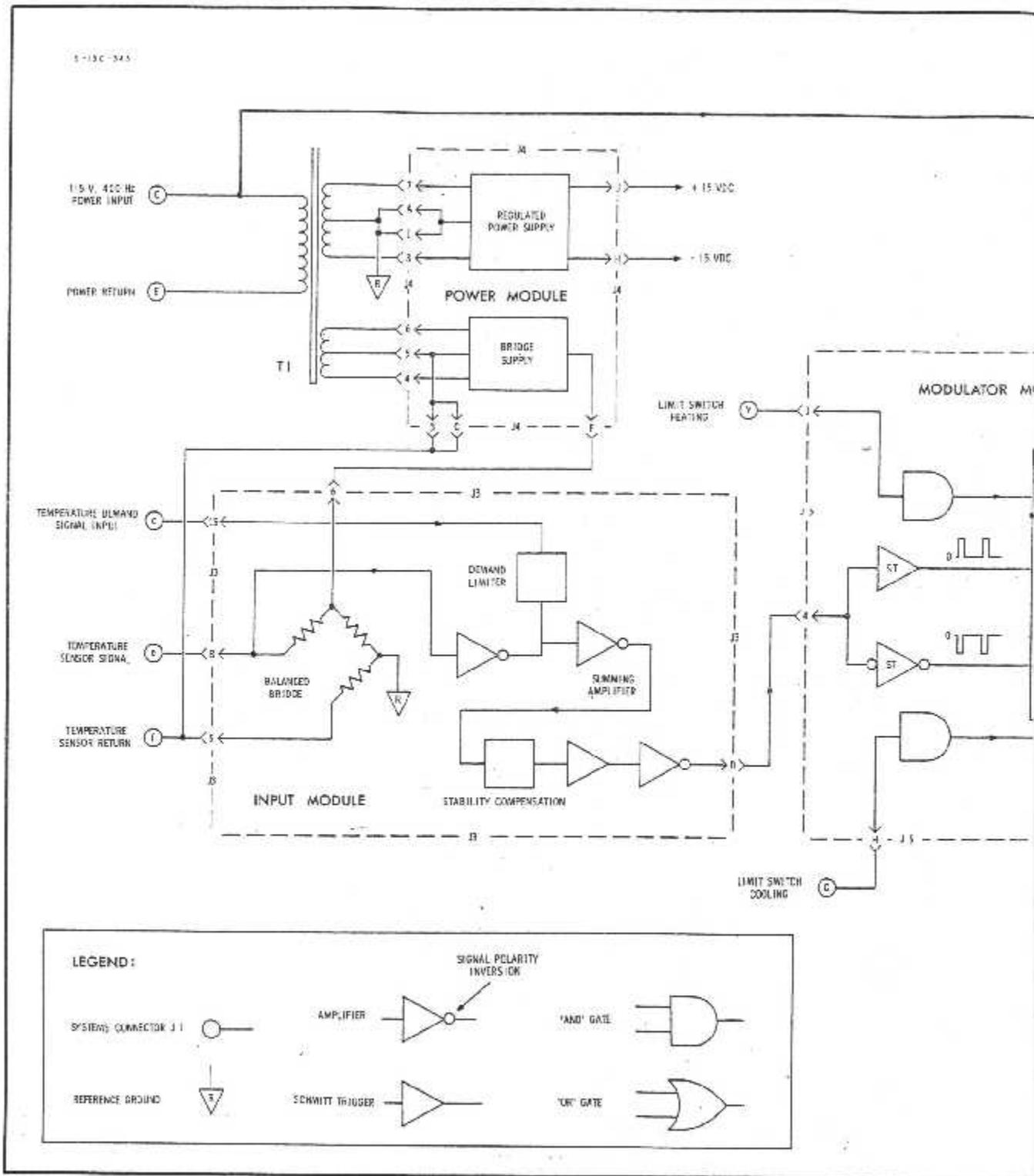


Fig II.4 Localisation du contrôleur de pack



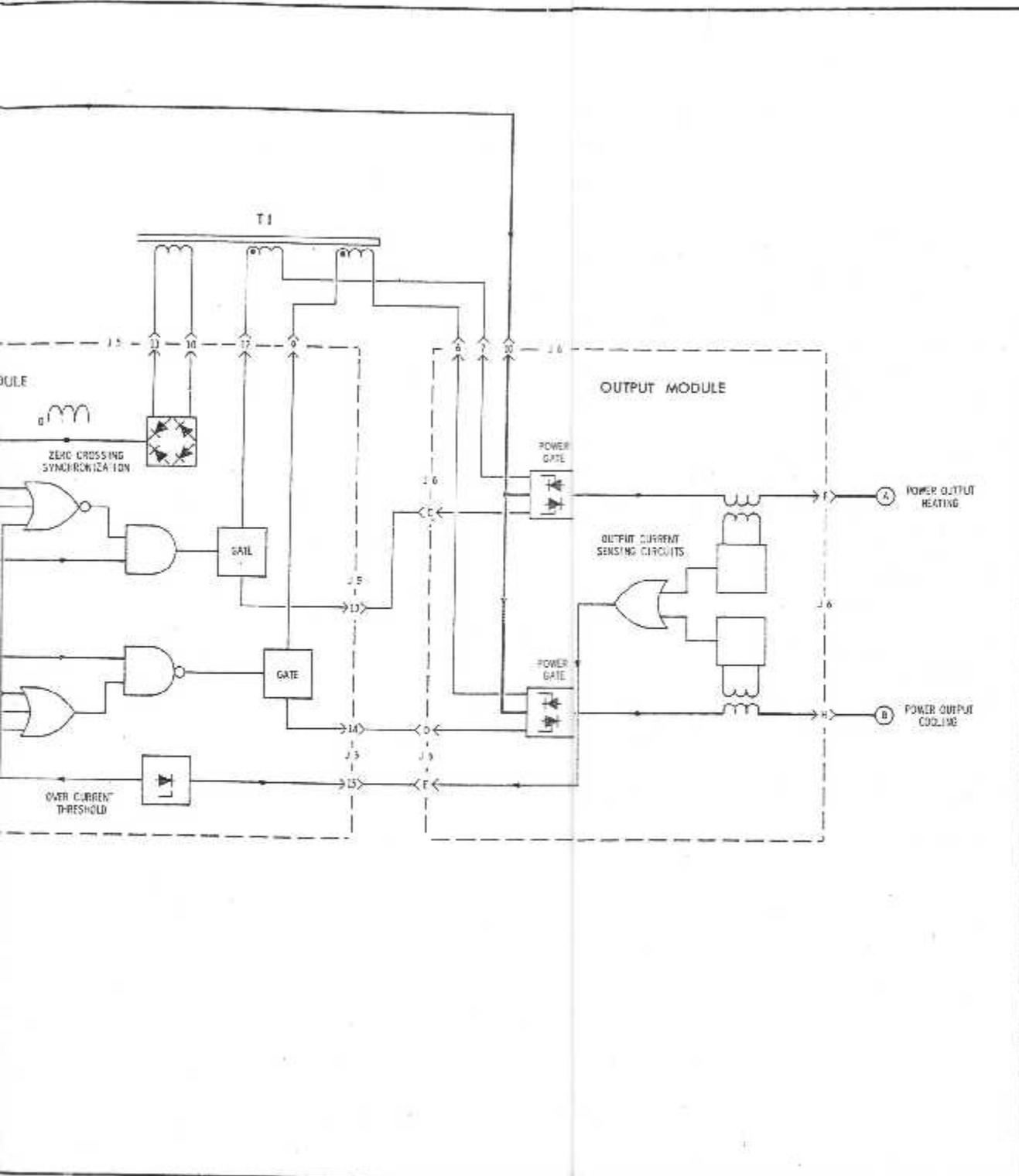


Fig II.5. Schéma synoptique du contrôleur de pack

CHAPITRE III

Le Contrôleur de Liaison

III.1. Introduction :

Le contrôleur de liaison (APU & pack temperature controller) est un équipement de l'Airbus A310, son rôle est d'assurer le bon déroulement de la climatisation dans l'avion.

Ce contrôleur est situé dans le meuble 90 VU sur l'étagère 91 VU (fig III.1)

Ce contrôleur est constitué de : (fig III.2)

1. un châssis
2. un couvercle
3. une carte d'interconnexion
4. deux modules discriminateurs
5. un module de commande de vitesse
6. un module de test BITE (Built In Test Equipment)
7. un module comparateur
8. trois lampes
9. un commutateur rotatif du BITE
10. des points de test sont localisés sur le long des extrémités supérieures de chaque module
11. 12. deux connecteurs électriques
un des connecteurs électriques est monté sur châssis et permet la connexion au système harnais électrique de l'avion (11)
l'autre connecteur (12) est relié à l'extrémité libre d'un câble court et est utilisé pour la connexion aux contrôleurs de température des zones et de pack pour procéder aux tests. Quand ce connecteur n'est pas utilisé, il est rangé dans une fiche factice montée sur la cellule.
13. une étiquette logique du BITE est fixée sur le couvercle et sert d'instructions au fonctionnement du BITE
14. plaquette d'identification
15. quatre supports de fixation servent à fixer le contrôleur sur la cellule.

III.2. Rôle du contrôleur de liaison (fig III.3)

Le contrôleur de liaison est un équipement qui effectue les fonctions suivantes :

1. fournit une interface entre les demandes de température des zones et les points de commande du système de contrôle de pack. Le contrôleur détecte la plus faible demande (la tension la plus négative) de toutes les zones et envoie les signaux pour commander les sous système de contrôle de pack sur ces points de commande.
2. Fournit une interface entre l'APU et les systèmes de contrôle de température des zones. Il fournit un signal utilisé pour contrôler la vitesse de l'APU d'une manière efficace pendant le fonctionnement de l'APU.
3. Fournit des moyens pour tester les sous systèmes de contrôle de température de pack et des zones pour isoler un LRU (Line Replaceable Unit) défectueux.

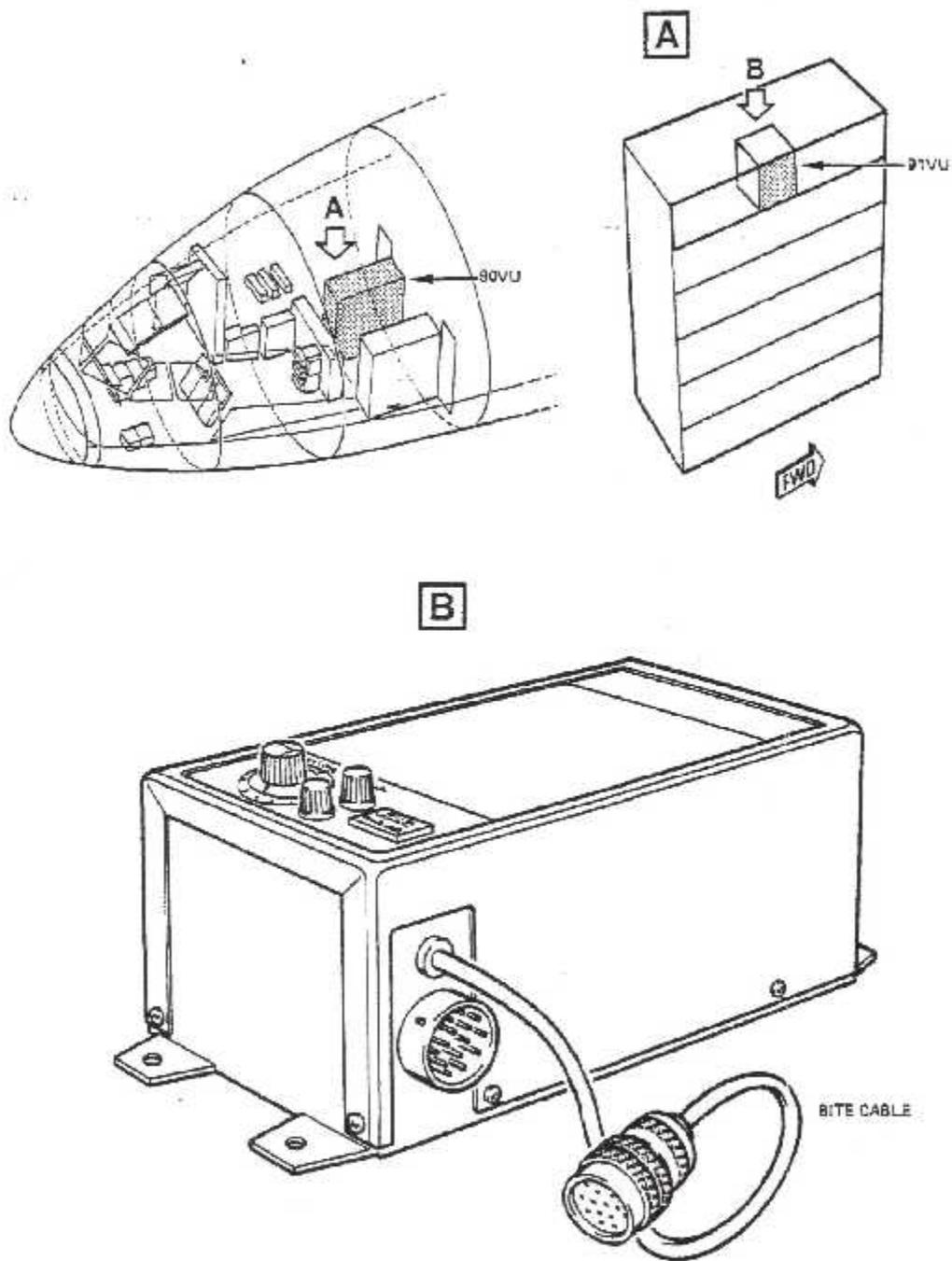


Fig III.1. emplacement du contrôleur de liaison

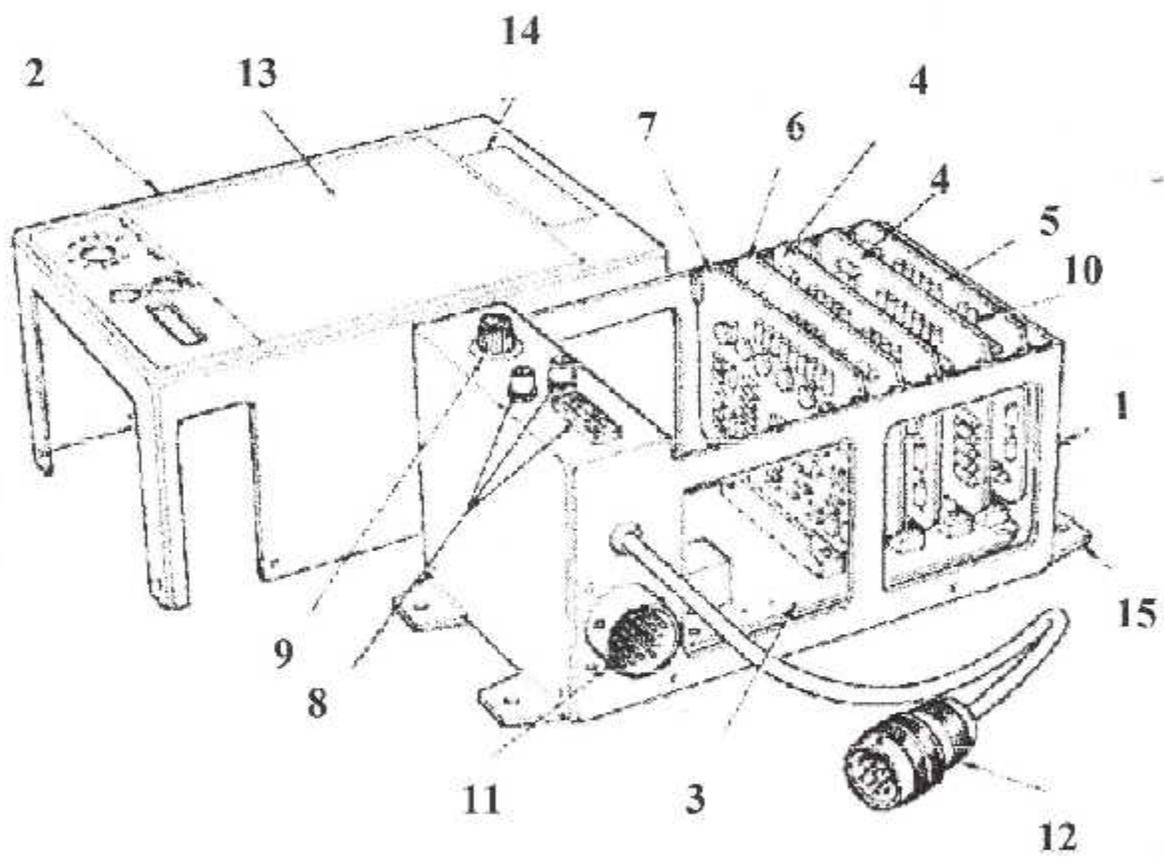


Fig III.2. composition du contrôleur de liaison

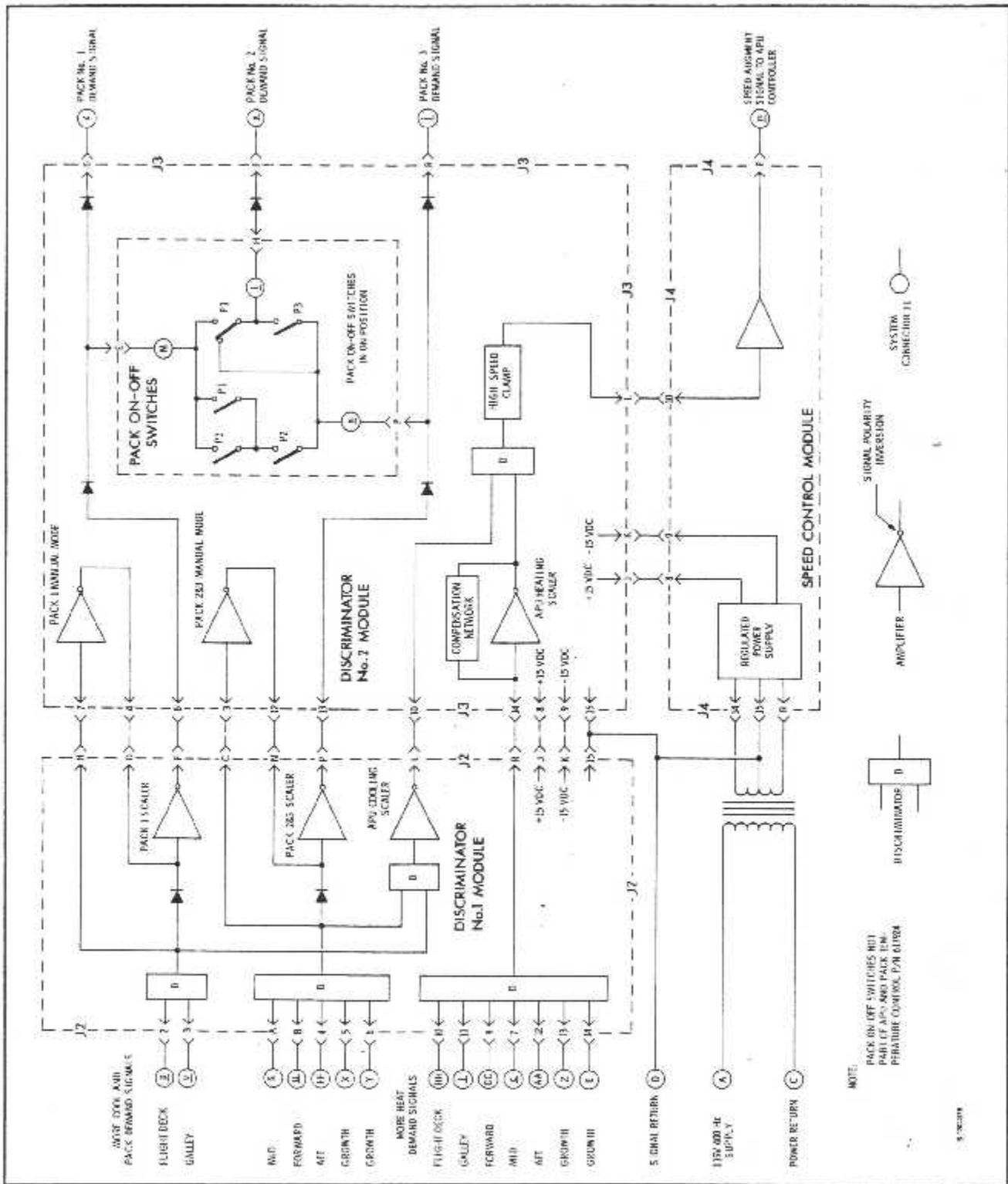


Fig III.3. fonction interface Zone/ Pack et Zone/APU

III.3.Fonctionnement

Le contrôleur de liaison effectue les fonctions suivantes :

III.3.a. Fonction d'interface Pack – Zone : (fig III.4)

Le contrôleur de liaison reçoit des signaux de demande de température des trois zones cabines et du poste de pilotage ; il identifie la zone demandant la plus basse température et délivre l'information au contrôleur de la température du pack.

Cette fonction est réalisée par les circuits suivants :

III.3.a.1. Discriminateur de demande de la plus basse température

Les diodes CR1 à CR7 forment le discriminateur de demande de la plus basse température. Les résistances R1 à R7 et les condensateurs C1 à C7 forment le circuit de suppression des interférences électromagnétiques.

Son fonctionnement est le suivant :

Les signaux de demande provenant du poste de pilotage et des contrôleurs de la zone galley sont appliqués à l'amplificateur AR1 du canal du pack n°1 à travers les diodes CR3 et CR4.

Les signaux de demande des contrôleurs des zones milieu, avant et arrière sont appliqués à l'amplificateurs AR2 du canal des packs n°2 et 3 via les diodes CR1, CR2 et CR5.

Par conséquent, le pack n°1 est normalement contrôlé par le poste de pilotage ou par les demandes de la zone galley ; les pack n°2 et 3 sont normalement contrôlés par les demandes des zones milieu, avant ou arrière.

Quand des signaux de demande sont appliqués aux cathodes des diodes, le signal de demande le plus négatif va conduire la diode appropriée.

III.3.a.2. Canal du pack n°1

Il comprend l'amplificateur AR1 et ses composants associés, ainsi que l'amplificateur AR4 du mode manuel et ses composants associés.

Les diodes CR20, CR21 et CR22 ainsi que les résistances R48 et R50 forment un discriminateur pour les fonctions de commutation ON-OFF du pack en mode manuel.

III.3.a.3. Canal du pack n° 2 et 3

Il comprend l'amplificateur AR2 et ses composants associés, ainsi que l'amplificateur du mode manuel AR5 et ses composants associés.

Les diodes CR21, CR23 et CR25 ainsi que les résistances R50 et R148 forment un discriminateur pour les fonctions de commutation ON-OFF du pack.

Le fonctionnement des deux canaux est le même, la différence fondamentale est qu'en fonctionnement normal le canal du pack n°1 est commandé par les signaux de demande du poste de pilotage ou de la zone galley ; par contre le canal du pack n°2 et 3 en fonctionnement normal est commandé par les signaux de demande des zones avant, milieu ou arrière.

Quand la zone galley demande plus d'air frais que la zone du poste de pilotage, le signal de demande appliqué à la cathode de la diode CR4 est plus négatif que le signal de demande du poste de pilotage appliqué à la diode CR3. La diode CR4 va conduire permettant à ce signal de demande d'être appliqué à l'anode de la diode CR17 ; comme la cathode de CR17 est connectée à l'alimentation -15 VDC à travers la résistance R156, le signal de demande à l'anode de CR17 sera plus positif et fera conduire celle-ci en appliquant le signal de demande à l'entrée inverseuse (pin 2) de l'amplificateur AR1 via les résistances R21 et R22. la sortie (pin 6) de l'amplificateur AR1 est appliquée au connecteur J1 (pin Z) à travers les diodes CR22 et CR20 du discriminateur de commutation du pack.

Quand la zone milieu demande plus d'air frais que les zones avant ou arrière, le signal de demande appliqué à la cathode de la diode CR1 est plus négatif que ceux des zones arrière et avant appliquées aux diodes CR2 et CR5. La diode CR1 conduira permettant au signal le plus négatif d'être appliqué à l'anode de la diode CR15 ; comme la cathode de CR15 est soumise au potentiel -15 VDC à travers la résistance R18, son anode devient plus positive donc CR15 conduira et le signal de demande sera appliqué à l'entrée inverseuse (pin 2) de l'amplificateur AR2 des packs N°2 et 3 à travers les résistances R19 et R151. la sortie (pin 6) de AR2 est appliquée au connecteur J1 (pin j) à travers les diodes CR25 et CR23 du discriminateur de commutation du pack.

Le signal de demande pour le contrôleur du pack n°2 est pris de la jonction CR25 et CR23 au connecteur J1 (pin h) à travers le commutateur ON-OFF des packs n°2 et 3. La sortie est alors prise de la cathode de la diode CR21 vers le contrôleur du pack n°2 à travers le connecteur J1 (pin x).

III.3.a.4. la fonction de commutation ON-OFF du pack : fig III.3.1

Si un mauvais fonctionnement ou une panne survient dans le sous système de contrôle du pack, il nous est possible de mettre hors circuit le pack défectueux manuellement, en commutant les signaux de sortie de demande vers les packs désirés comme indiqué sur le tableau 1, grâce aux commutateurs ON-OFF du pack localisés sur le panneau supérieur central du mécanicien navigant.

Supposant que le système du pack n°1 tombe en panne, la commutation se fait de la manière suivante :

Le signal de demande du pack n°1 est pris de la jonction des diodes CR20 et CR22 vers le commutateur ON-OFF du pack n°1 à travers le connecteur J1 (pin m).

Si le commutateur est sur la position OFF, le signal de demande est retourné à la diode CR21 à travers le connecteur J1 (pin i), le signal de demande est ensuite pris de la cathode de CR21 à travers le connecteur J1 (pin x) pour commander le sous système du pack n°2.

La commutation des autres modes de fonctionnement indiquée sur le **tableau N°1** est similaire à celle décrite pour le pack n°1.

Le schéma suivant montre un diagramme simplifié de la commutation ON-OFF des packs.

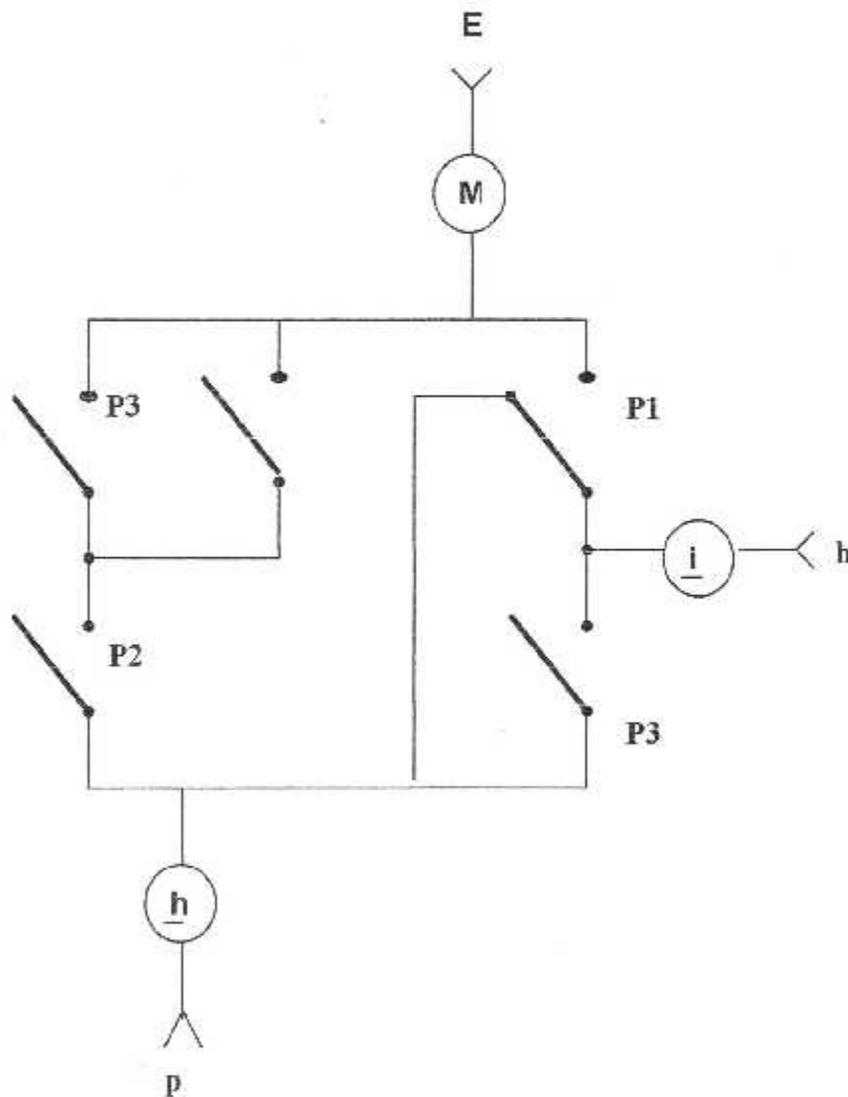


Fig III.3.1. la commutation ON/OFF des packs

TABLEAU N°1 FONCTIONS DE COMMUTATION DES PACKS				
ON	OFF	Pack n°1 contrôlé par	Pack n°2 contrôlé par	Pack n°3 contrôlé par
P1, P2, P3	/	FD/G	Z	Z
P1, P2	P3	FD/G	Z	OFF
P1, P3	P2	FD/G	OFF	Z
P2, P3	P1	OFF	FD/G	Z
P1	P2, P3	FD/G/Z	OFF	OFF
P2	P1, P3	OFF	FD/G/	OFF
P3	P1, P2	OFF	OFF	FD/G/Z

FD/G : Flight Deck ou Galley (poste de pilotage ou galley)
 Z : zones milieu, avant, arrière
 FD/G/Z : Flight Deck /Galley / Zones milieu, avant, arrière

III.3.a.5. fonctionnement en mode manuel :

Quand soit le contrôleur du poste de pilotage ou de galley est sélectionné en mode manuel, le pack n°1 va être commandé par le signal de demande d'air frais de l'autre. de la même façon, quand l'un des contrôleurs de zones (avant, milieu, arrière) est sélectionné en mode manuel, les packs n° 2 et 3 seront commandés par le signal qui demande le plus de froid des signaux restés.

Quand la commande du poste de pilotage et celle du galley est sélectionnée en mode manuel, il n'y a pas de signaux d'entrée de demande pour causer la conduction des diodes CR3 ou CR4 du discriminateur de demande du frais.

Quand aucun signal appliqué à un potentiel positif de l'alimentation + 15 VDC n'existe à l'entrée inverseuse (pin 2) de l'amplificateur AR4 du mode manuel du pack n°1 causant une saturation négative de la sortie ; cette sortie négative (pin 6) de l'amplificateur AR4 est bloquée par la diode CR67 et sera appliquée à l'entrée inverseuse (pin 2) de l'amplificateur AR1 à travers la résistance R42, interdisant que la tension positive soit appliquée à travers CR17 et R21. la sortie de la demande du pack est ainsi maintenue à zéro (45° F)(7.2 °C).

Quand toutes les zones (avant, milieu, arrière) sont sélectionnées en mode manuel, le fonctionnement du circuit est le même que celui décrit précédemment pour le fonctionnement du pack n°1, à l'exception que l'amplificateur AR5 du mode manuel des packs n°2 et 3 fournit le signal négatif nécessaire pour maintenir l'amplificateur AR2 à une sortie nulle (45° F)(7.2 °C).

III.3.b. Fonction d'interface APU - Zone (fig III.4)

Le contrôleur de liaison délivre un signal de demande d'évacuation d'air à l'APU en réponse à la demande de plus de chauffage ou plus de refroidissement des contrôleurs de température des packs.

Le circuit de l'interface APU – Zone a deux canaux :

- un canal de demande de plus de refroidissement
- un canal de demande de plus de chauffage

Les sorties des canaux sont appliquées à un discriminateur, et le signal de demande de la plus grande vitesse est appliqué au circuit de commande de la vitesse.

III.3.b.1. le canal de demande de plus de refroidissement :

Ce canal comprend le même discriminateur de demande de plus de refroidissement décrit dans l'interface pack –Zone ainsi que l'amplificateur AR3 avec ses composants associés.

Dans le mode de fonctionnement de la demande de plus de refroidissement, le canal de plus de frais répondra aux demandes des entrées de zone entre - 6 et -7.33 V (20° à 5° F) (- 6.7 à - 15°C), ceci fournira les signaux de sortie nécessaires entre 0 et +10 VDC (20° à 5° F) pour contrôler la vitesse de l'APU dans la plage 78 % à 93 % (20° à 5° F) d'une façon linéaire.

► **Fonctionnement** (fig III.4 et fig III.5)

Dans ce mode, la sortie de l'amplificateur AR3 est normalement négative, ceci est due à la tension positive appliquée à l'entrée inverseuse (pin 2) via la résistance R25 qui est directement liée à l'alimentation +15 VDC.

La sortie négative de la pin 6 est appliquée à l'anode de la diode CR29 qui sera bloquée. Quand le signal venu du discriminateur de demande de plus de frais CR16 et CR64 soit plus négatif que - 6 VDC (20°F), la sortie de AR3 devient positive est sera appliquée à l'entrée non inverseuse (pin3) de l'amplificateur AR7 via la diode CR29 et la résistance R55.

Avec une entrée positive à la pin 3, la sortie à la pin 6 de AR7 sera positive et va être appliquée à la base du transistor Q4 via la résistance R60, Q4 conduit plaçant une tension positive à la base de Q6 qui conduit à son tour et cause la circulation du courant à travers les résistances R70, R69 et R67. le signal positive est pris de la jonction R67 et R69 pour être appliqué au contrôleur de l'APU via le connecteur J1 (pin n).

III.3.b.2. le canal de demande de plus de chauffage

Ce canal comprend un discriminateur de demande du plus chaud constitué des diodes CR8 à CR14, des résistances R8 à R14 et des condensateurs C8 à C14, ainsi que l'amplificateur AR6 et ses composants associés. Le transistor à effet de champ Q23, la résistance R40 et le condensateur C18 forment un circuit de compensation pour satisfaire les besoins du système.

Les diodes CR29 et CR27 forment respectivement les discriminateurs du plus frais et du plus chaud.

La diode zener CR30 bloque la sortie vers le circuit de commande de vitesse à un maximum de + 9.1 VDC.

Dans le mode de fonctionnement de la demande de plus de chauffage, le canal de plus de chaud répondra aux erreurs de l'entrée de zone entre -1.9 et - 5.8 VDC (erreur de 5°F à 15°F) (- 15 à - 9.4°C) . ceci fournira les signaux de sortie nécessaires de 0 à 10 VDC (5° à 15° F) pour contrôler la vitesse de l'APU dans une plage de 78% à 93% de façon linéaire.

► **Fonctionnement** (fig III.4 et fig III.5)

Dans ce mode, la sortie de l'amplificateur AR6 est normalement négative due à la tension positive appliquée de l'alimentation + 15 VDC à l'entrée inverseuse (pin 2) à travers les résistances R38 et R147, cette sortie négative est appliquée à l'anode de la diode CR26 qui sera bloquée.

Avec des signaux d'erreur de l'entrée de zone appliqués au discriminateur du plus chaud, le signal d'erreur de zone le plus négatif (la plus grande erreur) va causer la conduction de sa diode. Le signal négatif est appliqué à l'entrée inverseuse (pin 2) de AR6 à travers R44. quand le signal d'erreur d'entrée de zone sera suffisamment négatif pour surmonter la tension positive, la sortie de la pin 6 devient positive et sera appliquée à l'entrée non inverseuse (pin 3) de AR7 à travers les résistances R145, R55 et les diodes CR26, CR27.

Avec une entrée (pin 3) positive, la sortie (pin 6) de AR7 est positive et elle sera appliquée à la base de Q4 à travers R60. Q4 va conduire plaçant une tension positive à la base de Q6, ce dernier va conduire et causant la circulation du courant à travers les résistances R70, R69 et R67. le signal positive est pris de la jonction R67 et R69 pour être appliqué au contrôleur de l'APU via le connecteur J1 (pin n).

III.3.b.3. le circuit de commande de la vitesse (fig III.5)

Ce circuit comprend l'amplificateur AR7 et ses composants associés, le transistor Q4, le transistor de puissance Q6 et leurs composants associés.

Le transistor Q2 fournit une protection contre les courts circuits.

Le transistor Q7 fournit une indication de « pas de faute » au circuit BITE au moment d'un court circuit externe dans la commande de la vitesse de l'APU.

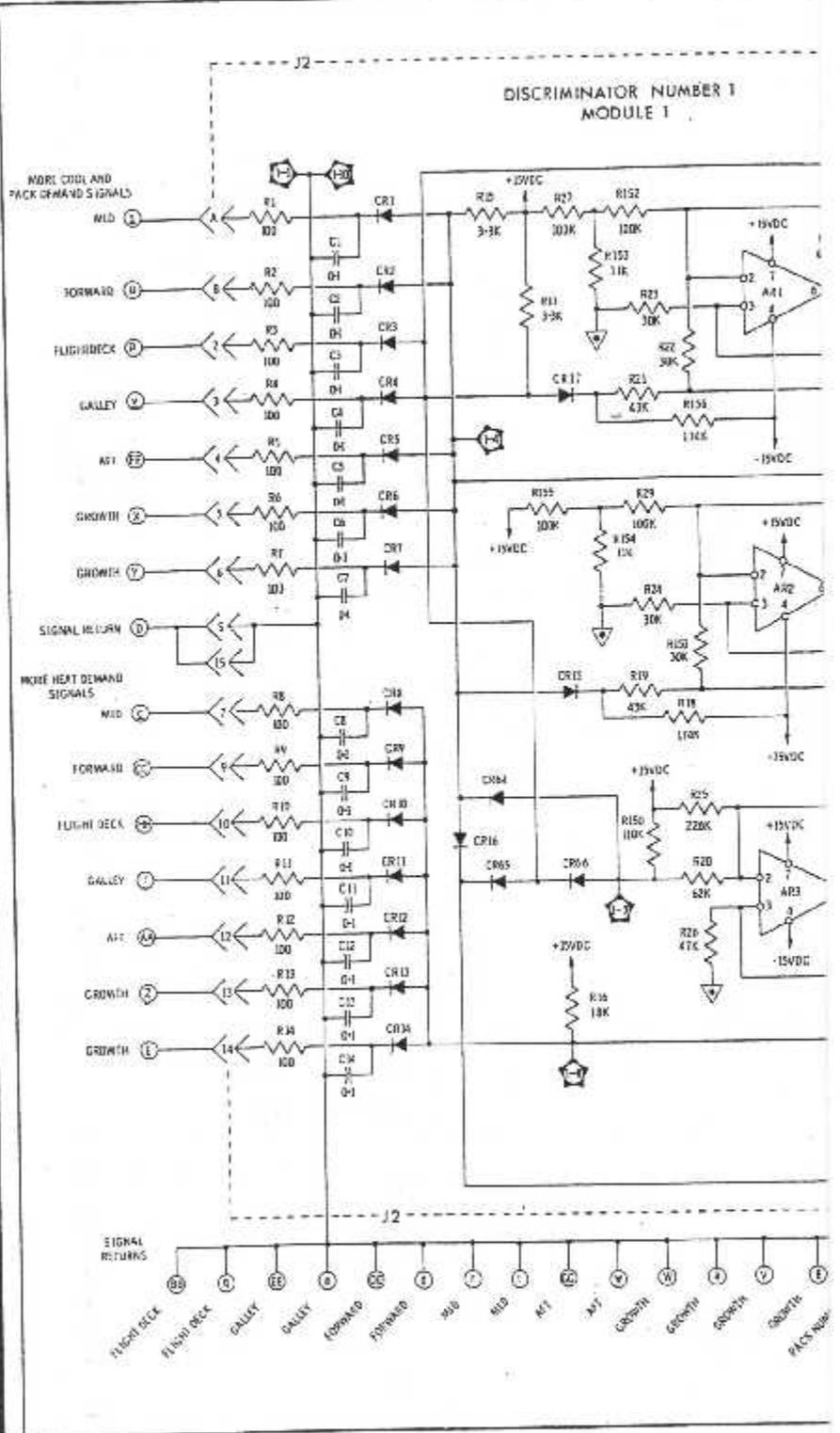
III.3.b.4. discriminateur de demande du plus chaud / froid de l'APU :

Les diodes CR29 et CR27 forment respectivement le discriminateur de demande du plus chaud ou du plus frais de l'APU, transmettant le signal demandant la plus grande vitesse de sortie de l'APU dans sa plage de fonctionnement aux circuits de commande de vitesse.

III.3.b.5. protection contre les courts circuits : (fig III.5)

Dans une condition de court circuit externe, où le signal de sortie provenant du circuit de commande de vitesse est court-circuité à la masse, la jonction des résistances R67 et R69 va chuter au potentiel de la masse. La sortie positive du transistor Q6 est appliquée à travers R61 à la base de Q2 et lui permet de conduire. Quand Q2 conduit, la base de Q4 chute à un potentiel proche de la masse, réduisant la sortie de Q6 à un point où l'équilibre est atteint et tel que Q2 conduira juste suffisamment pour supprimer la commande de Q4.

En même temps, comme la jonction des résistances R67 et R69 chute au potentiel de la masse, la tension positive de la base de Q7 chute près de zéro, bloquant Q7. Due à la protection contre le court circuit, un haut niveau positif est maintenu à la sortie (pin 6) de AR7 qui est appliqué via la résistance R59 et la diode CR37 et fournit une indication NO FAULT aux circuits BITE.



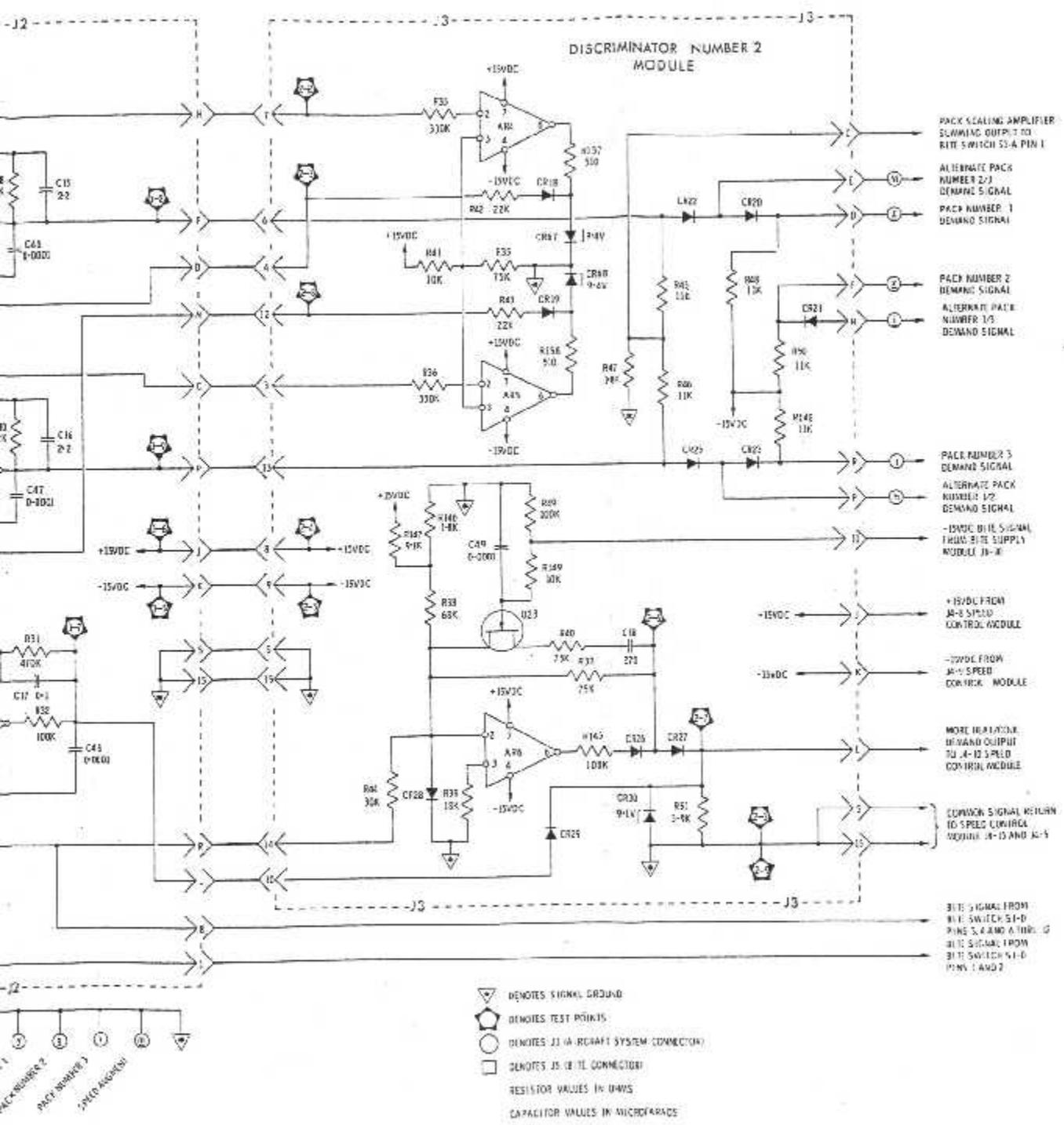


Fig III.4. Schéma électrique du module discriminateur

III.3.b.6. Alimentation :

L'alimentation est localisée sur le module de commande de vitesse (fig III.5).

Elle fournit des sorties +15 VDC et -15 VDC provenant d'un redresseur double alternance pour le fonctionnement des circuits d'interface Zone-Pack et Zone - APU.

Une tension nominale de 14 VAC est prélevée au secondaire du transformateur T1 pour commander l'allumage du voyant DS3 « BITE READY ».

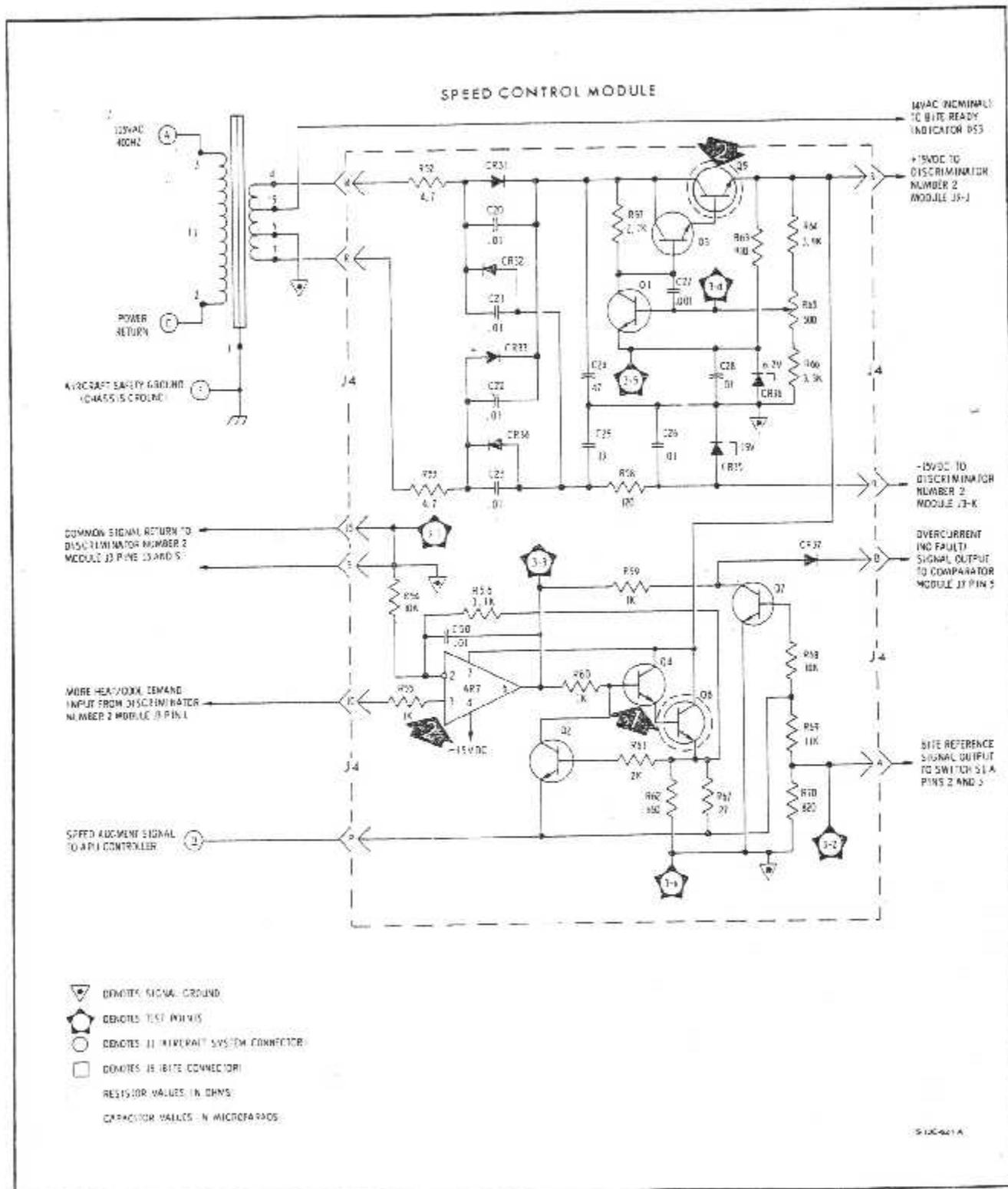


Fig III.5. schéma de principe du module de commande de vitesse

III.3.c. BITE (Built In Test Equipment) : (fig III.6)

Le contrôleur de liaison est équipé d'un test intégré qui permet de tester son bon fonctionnement ainsi que celui des contrôleurs de pack et des contrôleurs de zone (poste, cabine et soutes) et les différents détecteurs de température.

La partie BITE du contrôleur possède sa propre alimentation et est isolée des fonctions de contrôle précédemment décrites.

Les circuits de BITE comprennent :

- ❖ un générateur de niveau de référence
- ❖ un circuit window
- ❖ un circuit temporisateur
- ❖ un circuit de commande de la lampe
- ❖ un circuit de blocage
- ❖ un circuit de surpassement du temporisateur
- ❖ un commutateur rotatif de huit galettes à douze positions.

Aucun circuit n'est alimenté jusqu'à ce que le câble du BITE soit connecté à l'un des contrôleurs de zone ou de pack.

Le BITE fonctionne en injectant des signaux de référence dans les entrées du module remplaçable en ligne (LRU) sous test et vérifiant que les sorties sont dans les tolérances.

Un LRU défectueux sera indiqué par un voyant rouge (NOGO),
Un LRU qui fonctionne normalement sera indiqué par un voyant vert (GO).

III.3.c.1. alimentation du BITE : (fig III.7)

Elle fournit les tensions nécessaires au fonctionnement des circuits BITE ainsi que les tensions continues nécessaires pour les essais du système BITE, seulement quand le câble du BITE est connecté à l'un des LRU dans le sous système.

Elle fournit des tensions continues de +15 VDC et -15 VDC ainsi qu'une tension alternative de 14 VAC.

III.3.c.2. commutateur du BITE : fig III.7

C'est un commutateur rotatif de huit galettes à douze positions, il relie les tensions de référence aux points sélectionnés dans le LRU sous test aux circuits window.

Il relie aussi le signal de retour contrôlé au circuit logique, la sortie de ce dernier est appliquée au circuit window à travers le commutateur.

Pour les fonctions de commutation du système BITE, voir **tableau N°2**.

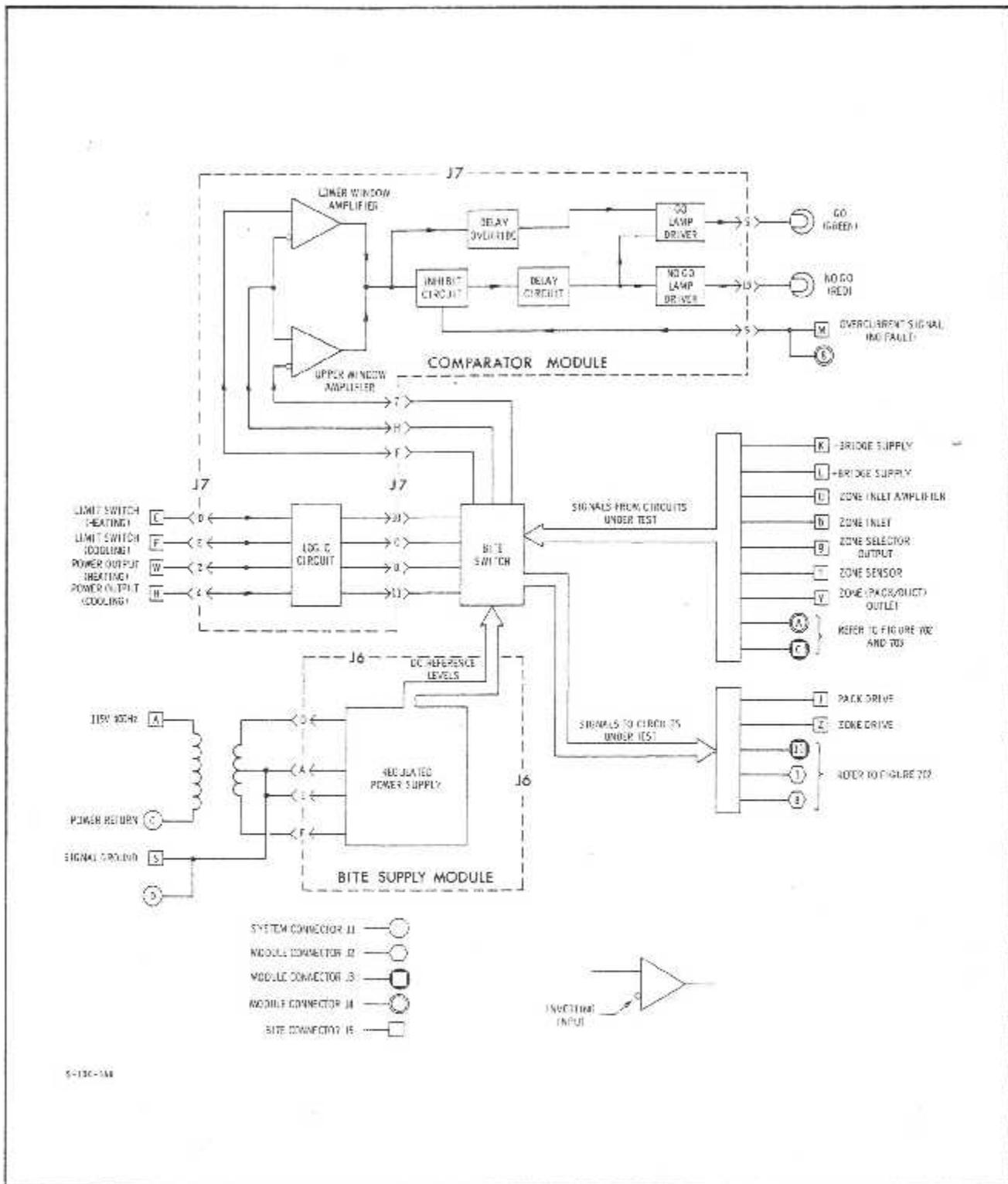
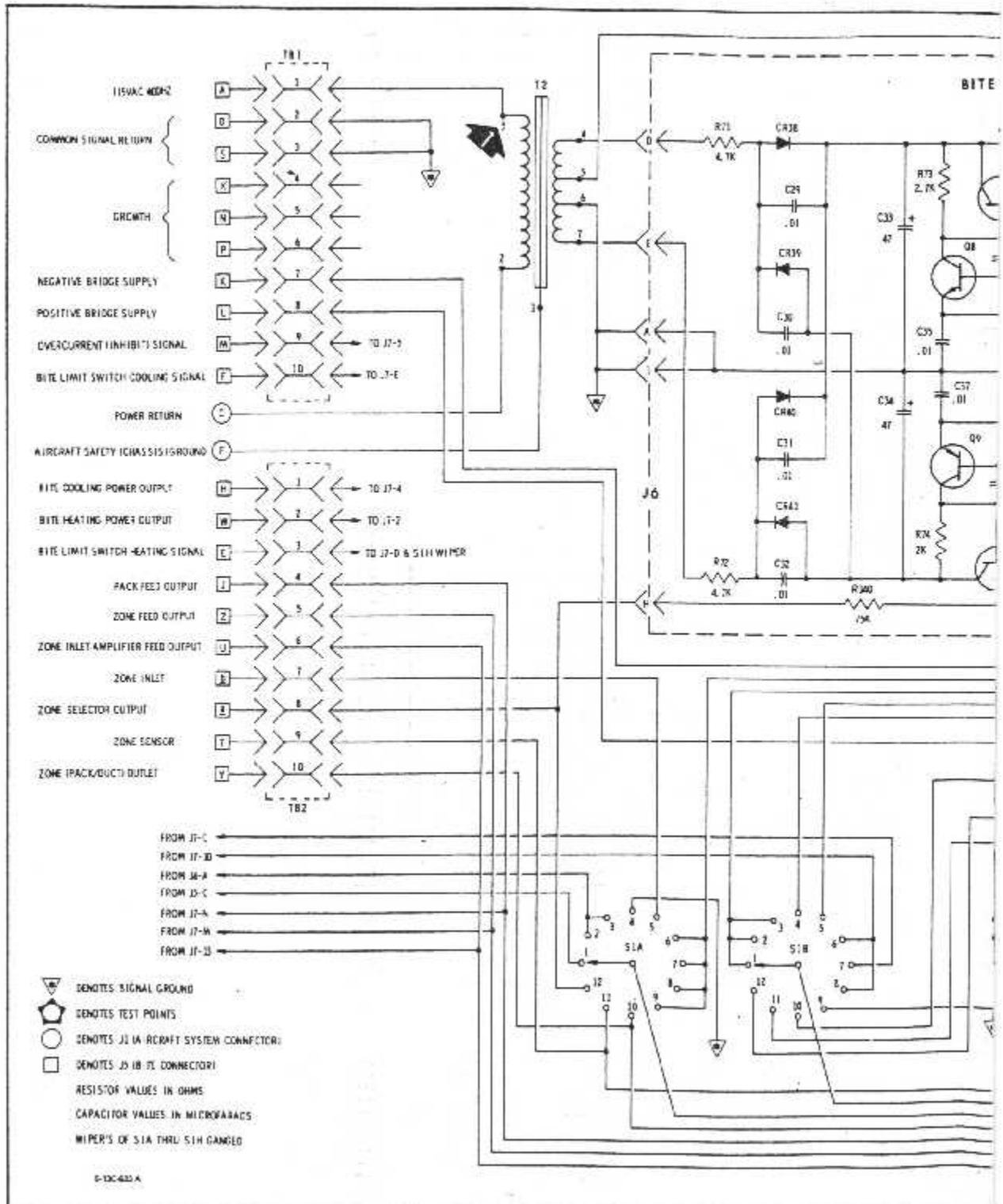


Fig III.6. Schéma synoptique de la fonction BITE



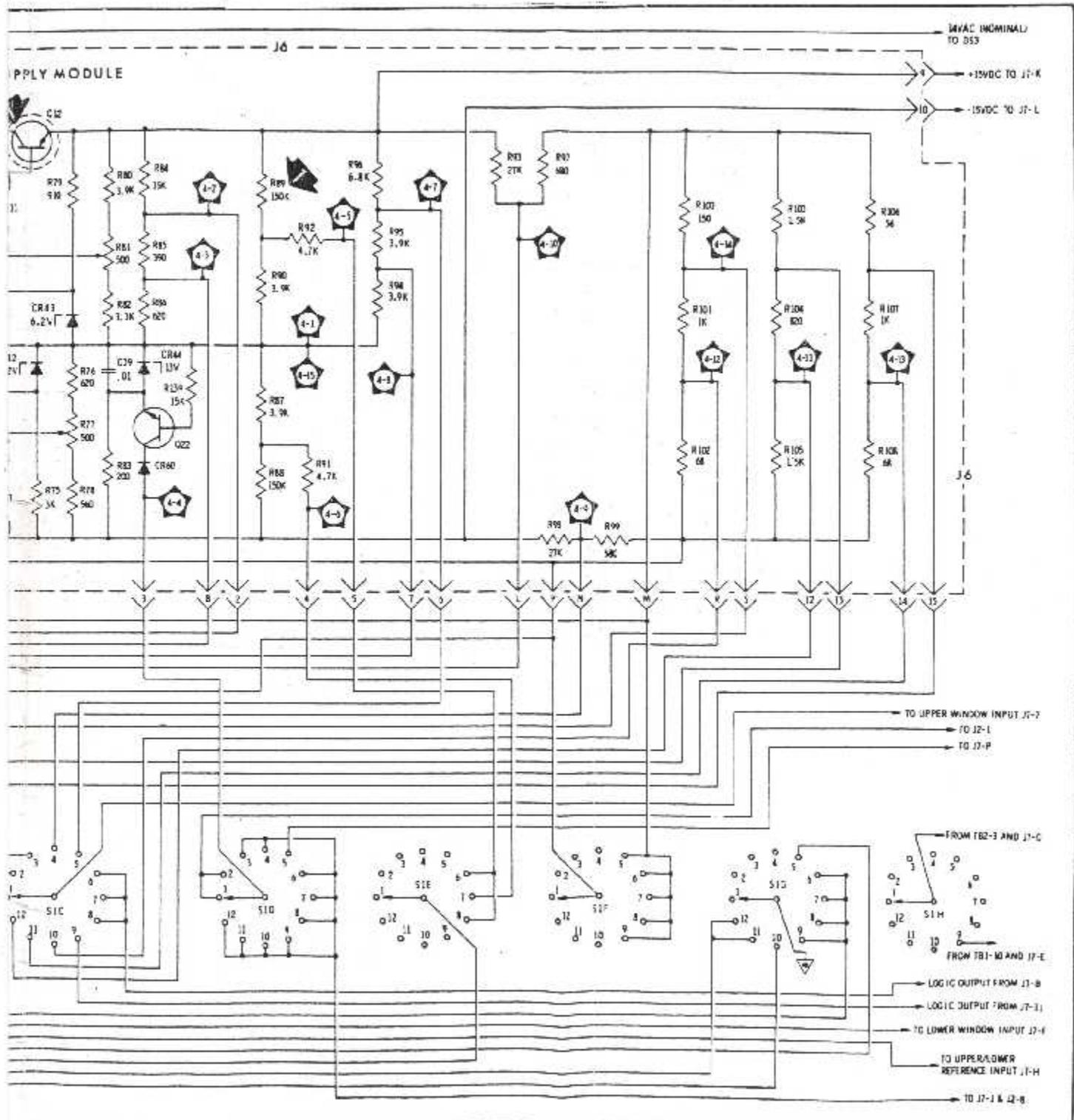


Fig III.7. Schéma électrique du module d'alimentation BITE

III.3.c.3. circuit window : (fig III.8 et III.9)

Le circuit Window comprend les amplificateurs AR8 , AR9 et leurs composants associés. Le but de ce circuit est de comparer les signaux de la sortie BITE du LRU sous test avec les limites tolérées inférieures et supérieures du signal de référence, et de fournir un signal « GO » ou « NO GO » aux circuits de commande des lampes.

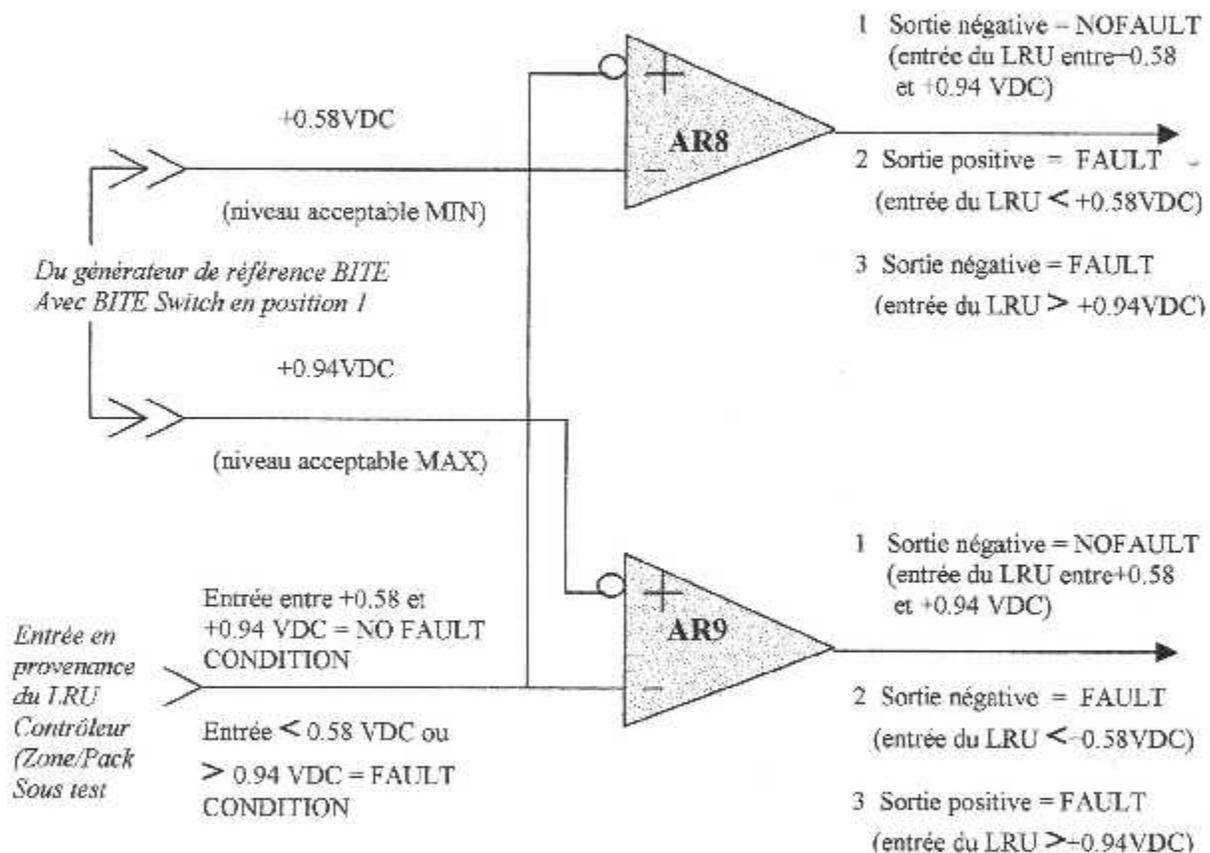


Fig III.8. Synoptique du circuit window

III.3.c.4. circuit de temporisation : (fig III.9)

Il comprend les condensateurs C42 et C43 ainsi que les résistances R128 et R129. sa fonction est de retarder le signal vers le circuit de commande de la lampe appropriée jusqu'à ce que le sous système atteigne une condition de régime permanent (un état stable).

L'indication « GO » ou « NOGO » apparaîtra après un court instant pendant lequel aucune indication n'est affichée.

III.3.c.5. circuit de commande de la lampe verte « GO » : (fig III.4 et III.9)

Ce circuit comprend les transistors Q18, Q19, Q20 et leurs composants associés, ainsi que le voyant DS1. La fonction de ce circuit est de fournir la fonction de commutation nécessaire pour allumer le voyant DS1 « GO » quand le signal de sortie du LRU sous test et par conséquent le signal d'entrée au circuit de commande se trouve dans les limites d'entrée acceptables (no fault).

Quand le commutateur BITE est en position 1, les sorties des amplificateurs AR1 et AR2 sont appliquées aux entrées de références (pin 2 de AR8 et pin 3 de AR9) du circuit window à travers le commutateur S1A.

- La pin 3 de AR8 est connectée à travers le commutateur S1B au +0.58 VDC provenant du générateur de référence.
- La pin 2 de AR9 est connectée à travers le commutateur S1C au +0.94 VDC provenant du générateur de référence.
- une tension négative de -12.5 VDC provenant aussi du générateur de référence est injectée au discriminateur de « plus de frais » à travers le commutateur S1D.

Dans une condition de pas de défaut (no fault), la somme des sorties provenant des amplificateurs du pack vers les entrées de référence du circuit window sera comprise entre +0.58 et +0.94 VDC.

- Comme l'entrée inverseuse (pin 2) de AR8 est plus positive que l'entrée non inverseuse (pin 3), la sortie (pin 6) sera négative et va bloquer les diodes CR52 et CR62.
- Comme l'entrée inverseuse (pin 2) de AR9 est plus positive que l'entrée non inverseuse (pin 3), la sortie (pin 6) sera négative et va bloquer les diodes CR53 et CR61.

Les transistors Q18, Q19, Q21 et Q24 sont polarisés en inverse, donc ils sont bloqués. Les deux derniers maintiennent le voyant DS2 « NO GO » éteint. Avec Q19 bloqué, il y a une tension positive qui se trouve à la base de Q20 et qui provient de l'alimentation +15 VDC ; Q20 devient ainsi passant complétant le chemin de retour à la masse, ce qui permet l'allumage du voyant DS1 « GO » indiquant une condition de pas de défaut (no fault).

III.3.c.6. circuit de commande de la lampe rouge « NO GO » : (Fig III.4 et III.9)

Ce circuit comprend les transistors Q21, Q24 et leurs composants associés ainsi que le voyant DS2. La fonction de ce circuit est de fournir la fonction de commutation nécessaire pour allumer le voyant DS2 « NO GO » quand le signal de sortie provenant du LRU sous test et par conséquent le signal d'entrée au circuit de commande est inférieur ou supérieur aux limites d'entrée acceptables.

Sous une condition de défaut, quand les sorties des amplificateurs AR1 et AR2 sont au-dessous des limites acceptables (+0.58 à +0.94 VDC), la tension appliquée aux entrées de référence du circuit window sera inférieure à +0.58 VDC. L'entrée inverseuse (pin 2) de l'amplificateur AR8 est plus négative que l'entrée non inverseuse (pin 3)(+0.58 VDC), et la sortie (pin 6) de AR8 sera positive. L'entrée inverseuse (pin 2) de l'amplificateur AR9 est plus positive que l'entrée non inverseuse (pin 3), donc la sortie de AR9 (pin 6) sera négative, et va bloquer les diodes CR53 et CR61.

La sortie positive (pin 6) de AR8 est appliquée aux anodes des diodes CR52 et CR62, la diode CR52 va conduire appliquant une tension positive au circuit temporisateur (C42, C43, R128, R129) où un court retard est introduit dû à la constante de temps CR. En même temps, la diode CR62 va conduire appliquant une tension positive à la base du transistor Q24 et à l'anode de la diode CR63. Q24 conduit, mais à cause du circuit temporisateur, le transistor Q21 restera bloqué interdisant l'allumage du voyant DS2 « NOGO ».

La diode CR63 va conduire appliquant une tension positive à la base du transistor Q19, ce qui le rend conducteur. La base du transistor Q20 va chuter à un potentiel proche de la masse et Q20 devient bloqué, coupant le chemin de retour à la masse de l'indicateur « GO », ainsi le voyant DS1 va s'éteindre.

Le signal positif retardé par le circuit temporisateur est maintenant appliqué à la base du transistor Q18 qui va conduire, plaçant un potentiel positif à la base du transistor Q21 à travers la résistance R135. Q21 va conduire, complétant le chemin à la masse pour l'indicateur DS2 « NOGO » à travers Q24 ; ainsi le voyant DS2 va s'allumer indiquant une condition de défaut (fault condition).

Quand une condition de défaut survient et dans laquelle la sortie des amplificateurs est au-dessus des limites acceptables (+0.58 à +0.94 VDC), le fonctionnement du circuit est le même excepté que la sortie de l'amplificateur AR8 est négative et celle de AR9 est positive. Le circuit de temporisation dans ce cas va être shunté par l'action des diodes CR61 et CR63.

III.3.c.7. circuit de blocage : (fig III.9)

Le transistor Q17 et la diode CR58 forment un circuit de blocage pour interdire une indication « NOGO » quand une condition de pas de défaut (no fault) comme un court circuit extérieur se produit.

lii.3.c.8. surpassement du temporisateur :(fig III.9)

Les diodes CR61, CR62 et CR63 forment le circuit de surpassement du temporisateur qui éteint immédiatement le voyant déjà allumé durant la transition du « GO » vers « NOGO » ou vice - versa.

III.3.c.9. circuit logique : (fig III.9)

Les transistors Q13, Q14, Q15, Q16 et leurs composants associés forment le circuit logique. Sa fonction est d'accepter les signaux de sortie provenant du LRU sous test et de fournir les signaux de sortie nécessaires au circuit window pour corriger l'indication « GO » ou « NOGO ».

III.3.c.9.1. fonctionnement du circuit logique en condition de « pas de défaut » :

Avec le commutateur du BITE en position 6 (test de demande de chauffage), une tension de +0.94 VDC provenant du générateur de référence est appliquée aux entrées de référence du circuit window (pin 2 de AR8 et pin 3 de AR9) à travers le commutateur S1A.

L'entrée pin 3 est connectée à la sortie du circuit logique au point de test TP5-6 à travers le commutateur S1B.

L'entrée pin 2 est connectée à la sortie du circuit logique au point de test TP5-2 à travers S1C.

Un signal négatif de -12.5 VDC provenant du générateur de référence est injecté à travers le commutateur S1E et le câble du BITE pour commander le LRU dans une condition de chauffage à fond.

Le signal positif « chauffage à fond » provenant du LRU est appliqué via le connecteur du BITE P5 pin W à l'anode de la diode CR47 dans le circuit logique. CR47 va conduire appliquant un signal positif à l'anode de la diode CR49 qui la rend conductrice. Quand CR49 conduit, un signal positif est appliqué à la base du transistor Q16 le rendant conducteur ; un potentiel proche de la masse au point de test TP5-6 est appliqué à la pin 3 de l'amplificateur AR8.

Comme le LRU est en condition de chauffage à fond « full heating », il n'y aura pas de signal de sortie positif « demande de froid » appliqué à la diode CR48 à travers le câble du BITE. En absence d'un signal d'entrée, le transistor Q14 sera bloqué et le potentiel +15 VDC sera appliqué du point de test TP5-2 à la pin 2 de l'amplificateur AR9.

Comme l'entrée de référence pin 2 de AR8 se trouve à un niveau positif (+0.94 VDC) par rapport à l'entrée pin 3 (0 VDC), la sortie de AR8 sera négative. L'entrée logique pin 2 de AR9 étant à un niveau positif (+15 VDC) par rapport à l'entrée de référence pin 3 (+0.94 VDC), la sortie de AR9 sera négative. Comme les deux amplificateurs AR8 et AR9 ont des sorties négatives, la fonction des circuits de commande des lampes est la même que celle décrite précédemment, et une indication « GO » sera affichée.

Quand l'actuateur de chauffage atteint sa pleine course, un contacteur de fin de course est enclenché appliquant un signal positif qui bloque la sortie de chaud du LRU. Ce signal est aussi appliqué à la diode CR46 dans le circuit logique à travers le connecteur BITE P5 pin E pour garder le transistor Q16 en conduction afin de maintenir une sortie logique correcte au circuit window.

III.3.c.9.2. fonctionnement du circuit logique en condition de défaut :

Dans le paragraphe précédent, l'une des pannes possibles serait : pas de sortie de chaud du LRU sous test. Sous cette condition, il n'y aura pas de sortie positive du LRU vers la diode CR47 ; il en résulte que le transistor Q16 reste bloqué, maintenant de cette façon un potentiel de + 15 VDC au point TP5-6. Ce potentiel positif appliqué à l'entrée pin 3 de AR8 résultera en une sortie positive vers le circuit de commande de la lampe « NOGO », ainsi le voyant DS2 va s'allumer.

III.3.c.10. défaut extérieur avec indication « pas de défaut » : (fig III.9)

Quand une condition de court circuit extérieur se produit, un signal positif est appliqué à la base du transistor Q17 et le rend conducteur. Quand Q17 conduit, n'importe quel signal positif (indication de faute) présent à la sortie des amplificateurs AR8 ou AR9 va être court-circuité à la masse à travers la diode CR58 et Q17.

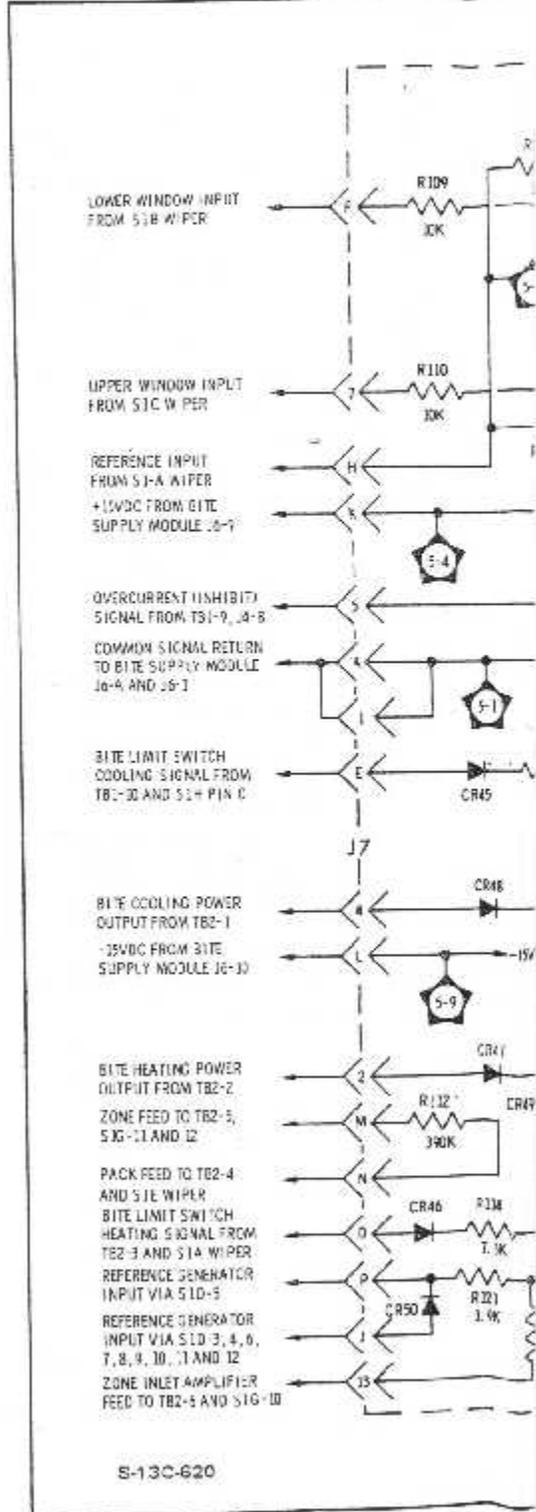
Une action normale du circuit (paragraphe C.5) prend place et le voyant DS1 « GO » va s'allumer.

III.3.c.11. fonctionnement du BITE :

Le fonctionnement des circuits BITE sous les différentes conditions de test est le même. La différence fondamentale est que sous une condition de test quand les commandes de refroidissement à fond ou de chauffage à fond du LRU sont testés, les sorties du contrôleur commandé sont traités par le circuit logique avant d'être appliquées au circuit window.

Le contrôleur de liaison permet d'accomplir les tests décrits dans le tableau suivant (**Tableau N°2**).

Pour effectuer ces tests, une notice descriptive est située à la partie supérieure du contrôleur de liaison (**fig III.10**).



S-13C-620

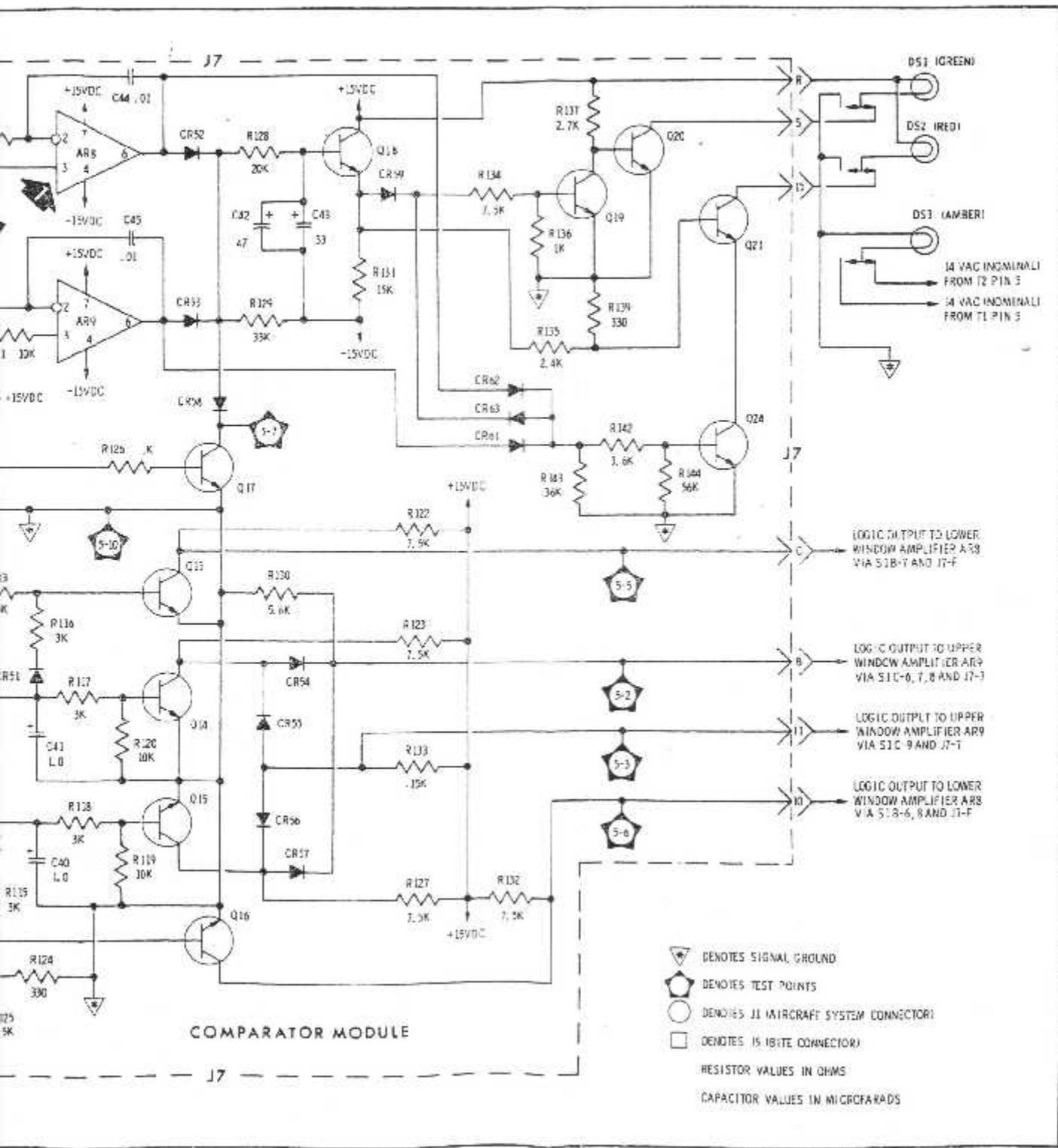


Fig III.9. Schéma électrique du module comparateur

TABLEAU N° 2 FONCTIONS DU BITE				
Position du commutateur du BITE	Sous système de pack		Sous système de zone	
	Indique un défaut dans	Méthode de test	Indique un défaut dans	Méthode de test
1.	Contrôleur d'interface	Injecter le signal dans le discriminateur et vérifier les sorties des amplificateurs	Contrôleur d'interface	Similaire au pack
2.	Contrôleur d'interface	Injecter le signal dans le discriminateur et vérifier le signal de demande de la vitesse de l'APU pour un refroidissement max	Contrôleur d'interface	Similaire au pack
3.	Contrôleur d'interface	Injecter le signal dans le discriminateur et vérifier le signal de demande de la vitesse de l'APU pour un chauffage max	Contrôleur d'interface	Similaire au pack
4.	Contrôleur de pack	Vérifier la sortie de l'alimentation	Contrôleur de zone	Vérifier la sortie de l'alimentation
5.	Pas de test		Contrôleur de zone	Injecter le signal dans l'amplificateur du conduit et vérifier la sortie de l'amplificateur

6.	Pas de test	Actionner l'actuateur dans la direction de plus de chauffage	Pas de test	Similaire au pack
7.	Contrôleur de pack	Augmenter la sortie de pont avec un signal pour produire une sortie de refroidissement à fond	Contrôleur de zone	Similaire au pack
8.	Contrôleur de pack	Augmenter la sortie de pont avec un signal pour produire une sortie de chauffage à fond	Contrôleur de zone	Similaire au pack
9.	Contrôleur de pack	Augmenter la sortie de pont pour produire une sortie nulle	Contrôleur de zone	Similaire au pack
10.	Détecteur de pack	Vérifier la sortie du pont	Détecteur de l'entrée du conduit de zone	Vérifier la sortie du pont
11.	Pas de test		Détecteur de zone	Vérifier la sortie du pont
12.	Pas de test		Sélecteur de zone	Vérifier le signal de sortie du sélecteur

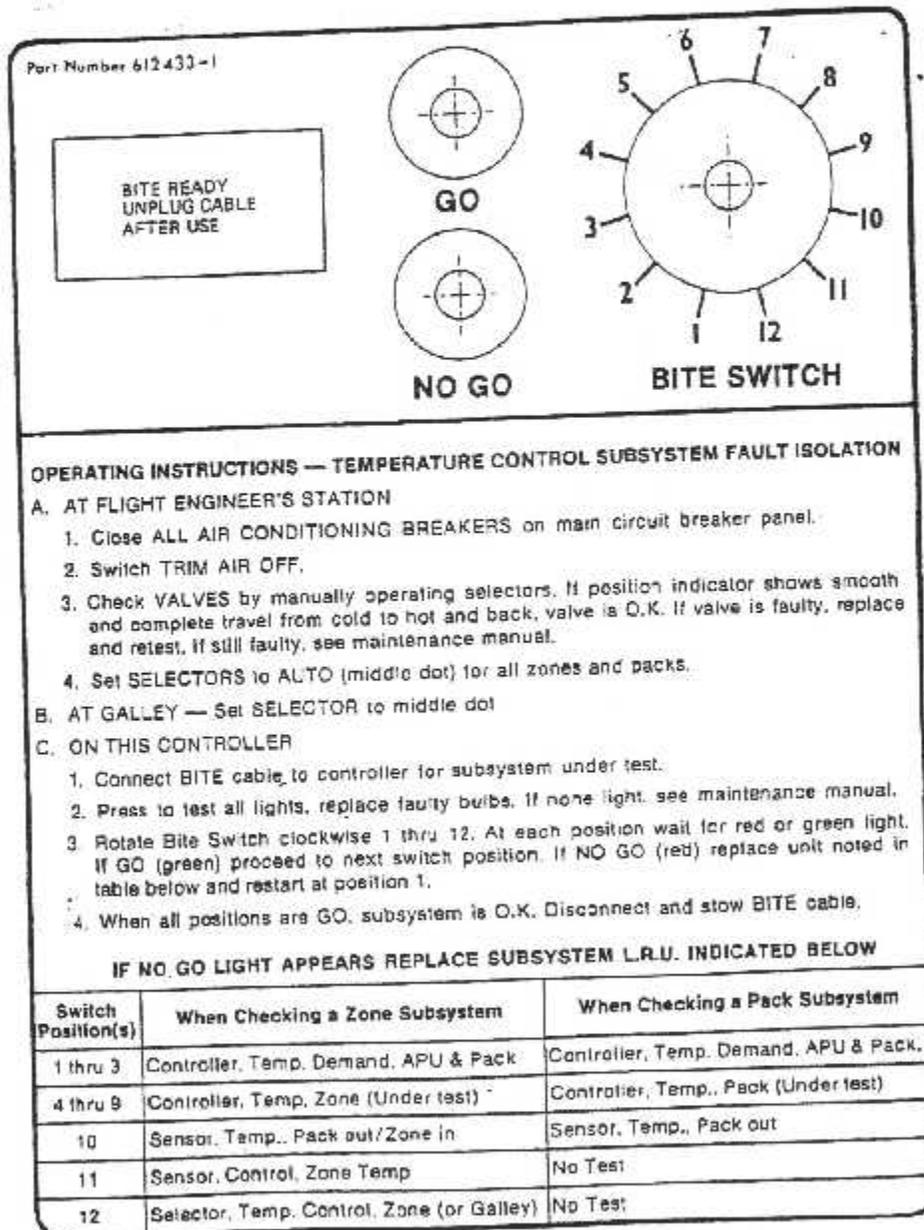


Fig III.10 étiquette logique du BITE

III.4.Fonctionnement en mode automatique et en mode manuel **(fig III.11 et III.12)**

III.4.A. contrôle automatique de la température de pack :

Les boutons poussoirs 55 HH (PACK 1 MODE SEL) et 56 HH (PACK 2 MODE SEL) sont enfoncés.

Le contrôleur de liaison compare les signaux de demande de température des trois zones cabine avec ceux du poste de pilotage, et identifie la zone demandant la plus basse température ; puis délivre un signal aux contrôleurs de température des pack 1 et 2 pour la régulation de la température de décharge du pack comme suit :

III.4.A.1. Au démarrage

- limitation de la demande de température à +7° à la sortie du pack pendant trois minutes.

III.4.A.2.Les deux packs fonctionnent :

- (a) le premier cas : le poste de pilotage demande la plus basse température .
- la température de décharge du pack 1 est contrôlée par le signal de demande du poste de pilotage.
 - la température de décharge du pack 2 est contrôlée par le signal provenant des trois zones cabine et demandant la plus basse température .
- (b) le deuxième cas : une des trois zones cabine demande la plus basse température :
- la température de décharge du pack 1 et 2 est contrôlée par le signal de demande de cette zone.

III.4.A.3.Un seul pack fonctionne :

La température de décharge du pack opérationnel seulement est contrôlée par la zone demandant la plus basse température.

III.4.A.4. Contrôle de la température :

Le contrôleur de la température du pack compare le signal de la température de décharge du pack transmis par un détecteur avec un signal de référence provenant du contrôleur de liaison, pour générer un signal d'erreur qui va actionner l'actuateur de la vanne by-pass turbine. L'actuateur module le clapet de la sortie d'air de refroidissement et via un téléflex (flexible control) la vanne by-pass turbine.

- Pour une demande de froid maximum, la vanne by-pass turbine est fermée à fond, et le clapet de modulation de la sortie d'air de refroidissement est ouvert à fond.

- Pour une demande de plus de chaud, la vanne by-pass turbine s'ouvre tandis que le clapet de la sortie d'air froid se ferme.
- Pour une demande de chaud maximum, la vanne by-pass turbine est ouverte à fond et le clapet de modulation de la sortie d'air de refroidissement est fermé à fond.

Note : Si l'air de prélèvement de l'APU est utilisé, le contrôleur de liaison contrôle aussi l'évacuation d'air de l'APU.

III.4.B. Contrôle manuel de la température de pack :

Les boutons poussoirs 55 HH (PACK 1 MODE SEL) et 56 HH (PACK 2 MODE SEL) sont relâchés (MAN allumé).

Dans le cas d'une panne du contrôle automatique de la température, le contrôle de la température de décharge du pack 1(2) est accompli en agissant directement sur l'actuateur de la vanne by-pass turbine 17 HH (16 HH) à partir du bouton sélecteur 21 HH (20 HH) du contrôle de température manuel du pack 1(2), le bouton sélecteur est maintenu en position intermédiaire.

- (1) Le bouton sélecteur est placé en position COLD pour une demande de plus de froid :
l'actuateur 17 HH (16 HH) actionne le clapet de modulation de la sortie d'air de refroidissement à la position ouverte et la vanne by-pass turbine à la position fermée.
- (2) Le bouton sélecteur est placé en position HOT pour une demande de plus de chaud :
l'actuateur 17 HH (16 HH) actionne le clapet de modulation de la sortie d'air de refroidissement à la position fermée et la vanne by-pass turbine à la position ouverte.

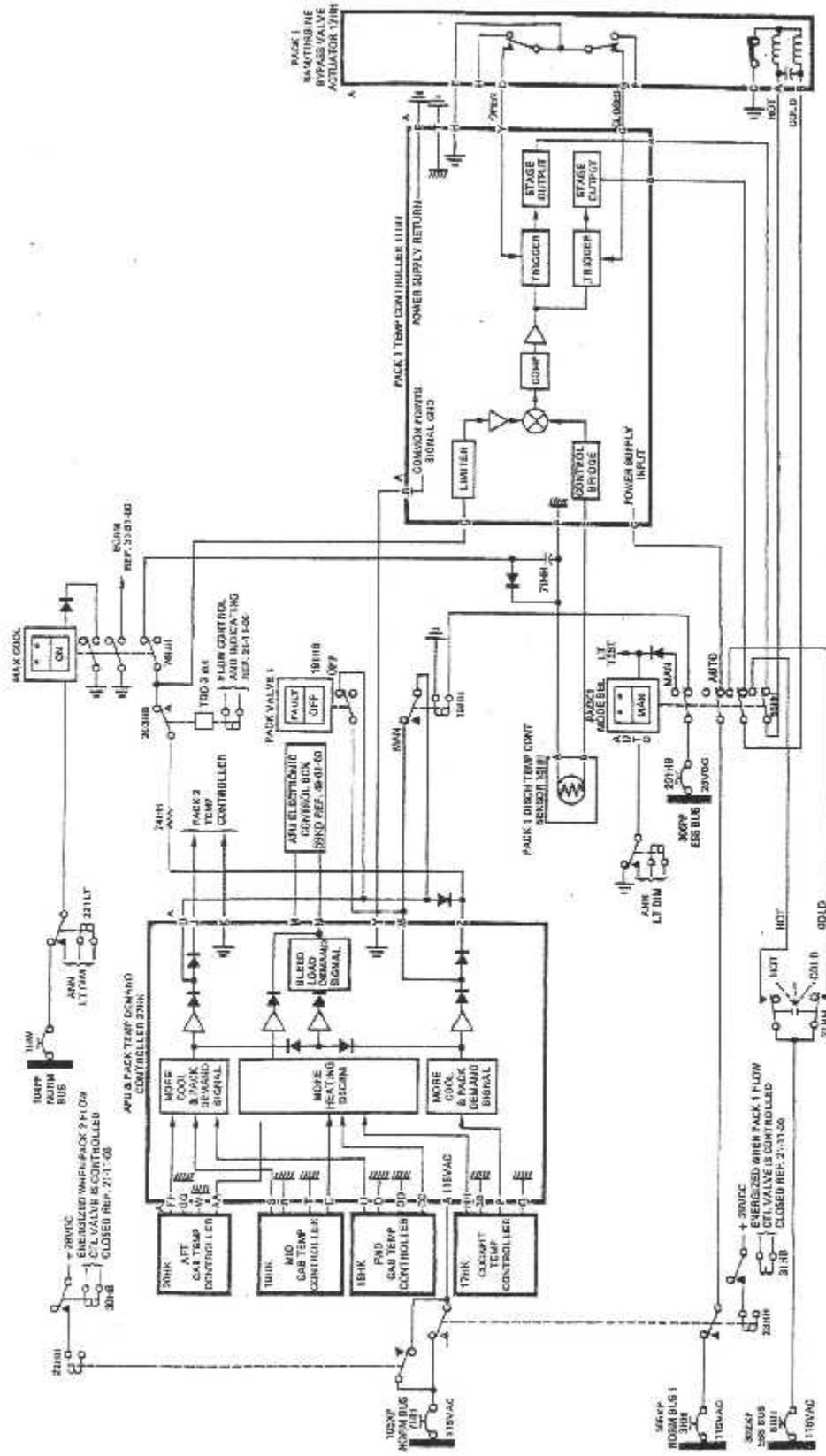


Fig III.11. Fonctionnement en automatique et en manuel (pack 1)

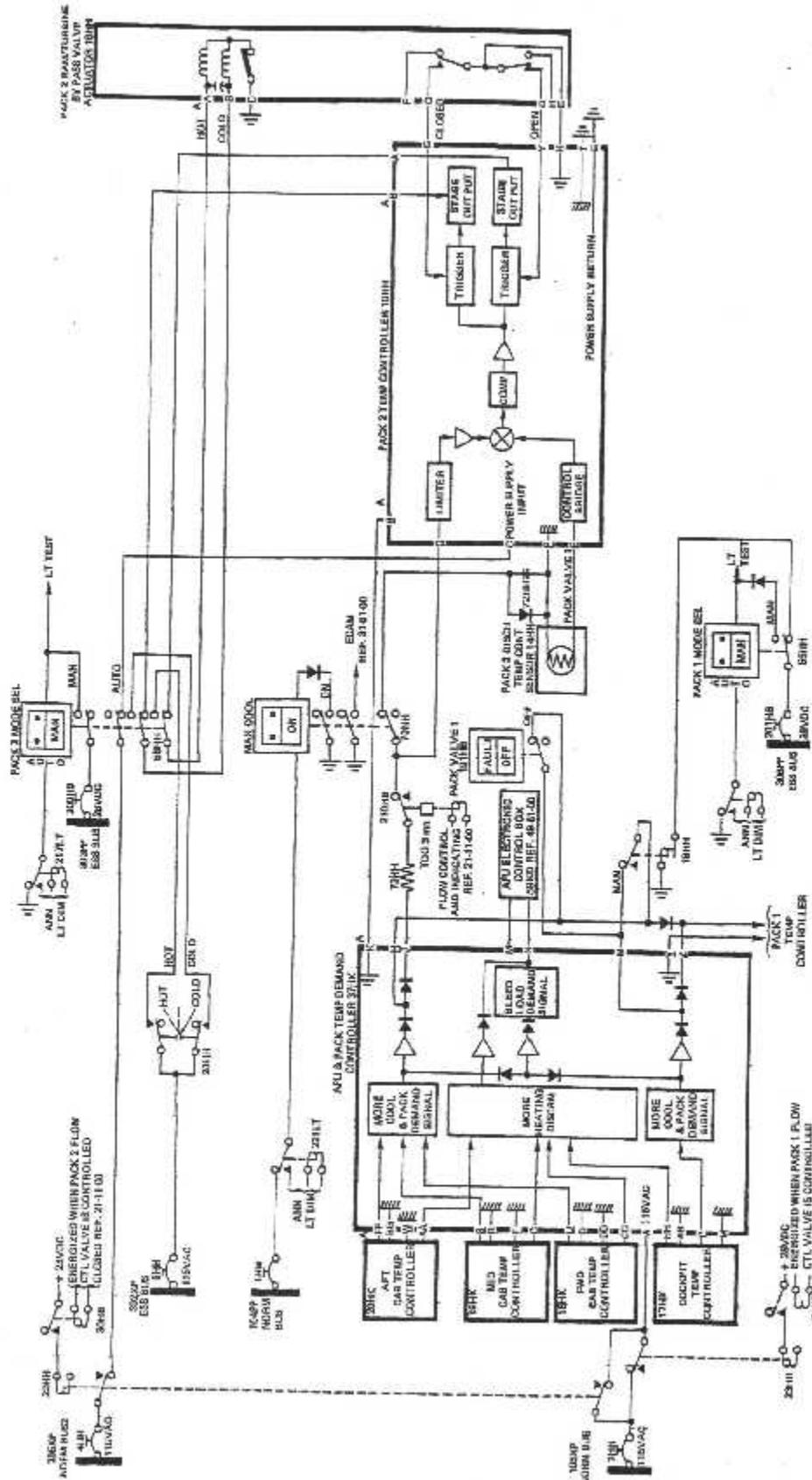


Fig III.12. Fonctionnement en automatique et en manuel (pack 2)

CHAPITRE IV

Etude et Réalisation du Banc d'Essai

*" Les ailes vous portent, l'étoile vous guide,
la couronne vous attend "*



Le macaron du pilote

IV.1. Introduction :

La maintenance des accessoires ou équipements aéronautiques se trouvant à bord d'un aéronef nécessite l'utilisation de bancs d'essai pour l'entretien, le contrôle et la vérification afin de s'assurer de leur bon fonctionnement avant leur montage à bord ; et aussi pour la réparation en cas de panne.

IV.2. Objectif :

Notre projet consiste à la réalisation d'un banc d'essai, d'un accessoire qui contrôle et régule la température à bord d'un avion A310-200.

Cet accessoire s'appelle : APU & pack temperature controller ou Contrôleur de liaison.

Ce banc d'essai sert à simuler l'environnement avion dans un atelier.

IV.3. Etude du banc d'essai :

IV.3.1. Schéma synoptique du banc d'essai : (Fig IV.1)

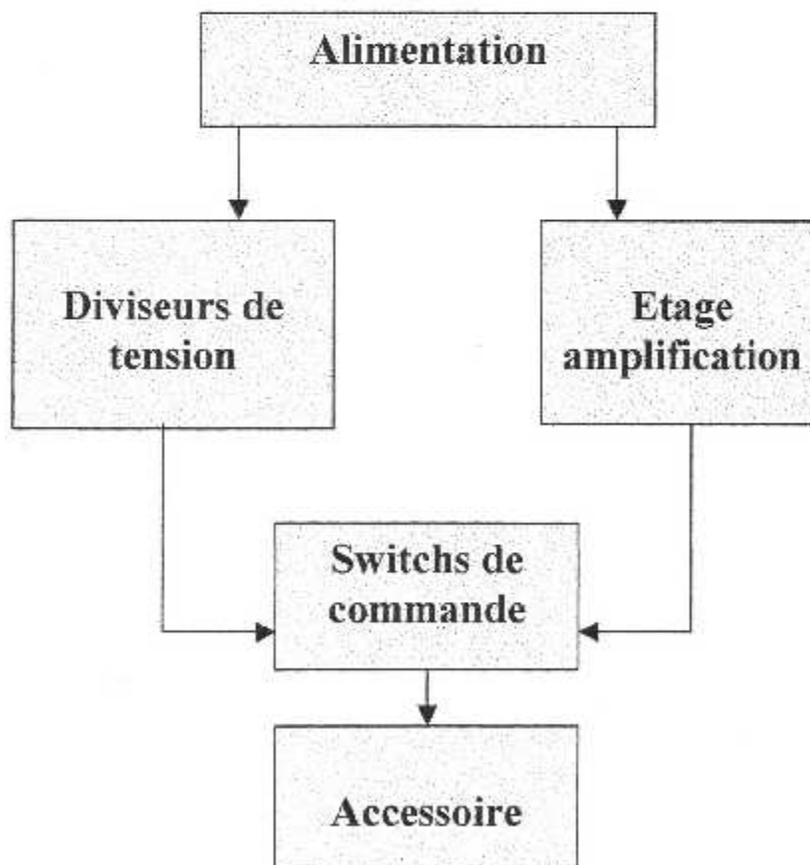


Fig IV.1. schéma synoptique du banc d'essai

IV.3.1.a. Etude de l'alimentation :

La grande majorité des équipements électroniques a besoin d'une source de courant continu qui peut être une pile ou une batterie, mais qui généralement est constituée d'un circuit transformant le courant alternatif du secteur en courant continu, c'est l'alimentation stabilisée.

Le rôle d'une alimentation stabilisée est de fournir les tensions et courants nécessaires au fonctionnement des circuits électroniques avec le minimum d'ondulation résiduelle et la meilleure régulation possible. Elle doit, de plus, souvent limiter le courant fourni en cas de surcharge ainsi que la tension continue qu'elle délivre, ceci afin de protéger les composants fragiles.

Il existe des moyens divers pour produire une tension continue stable à partir d'une tension alternative ; parmi ces moyens, on trouve l'alimentation stabilisée linéaire devenue classique.

Le bloc diagramme d'une alimentation stabilisée apparaît ci-dessous :

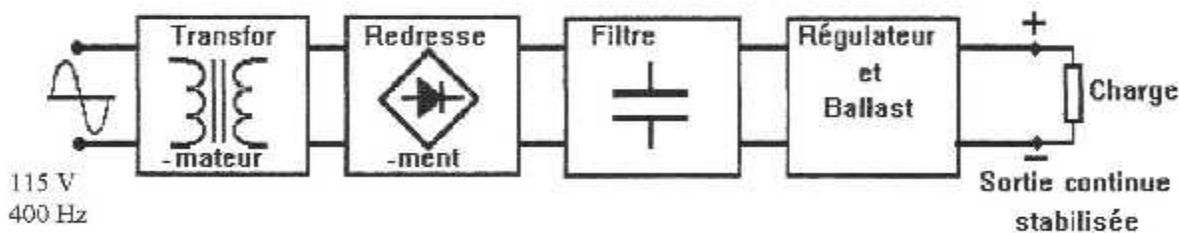


Fig IV.2. schéma synoptique de l'alimentation

Une alimentation stabilisée présente de nombreux avantages :

- Elle ne s'use pas.
- La tension à ses bornes ne dépend pas du circuit qu'elle alimente, elle a donc toujours la valeur de sa fem E .
- On dit qu'une alimentation stabilisée est une source de tension.

L'alimentation utilisée dans le banc d'essai est une alimentation stabilisée, qui permet de délivrer les tensions continues $+ 15$ VDC et $- 15$ VDC à partir d'une tension de secteur de 115 VAC – 400 Hz.

Voici son schéma électrique (fig IV.3)

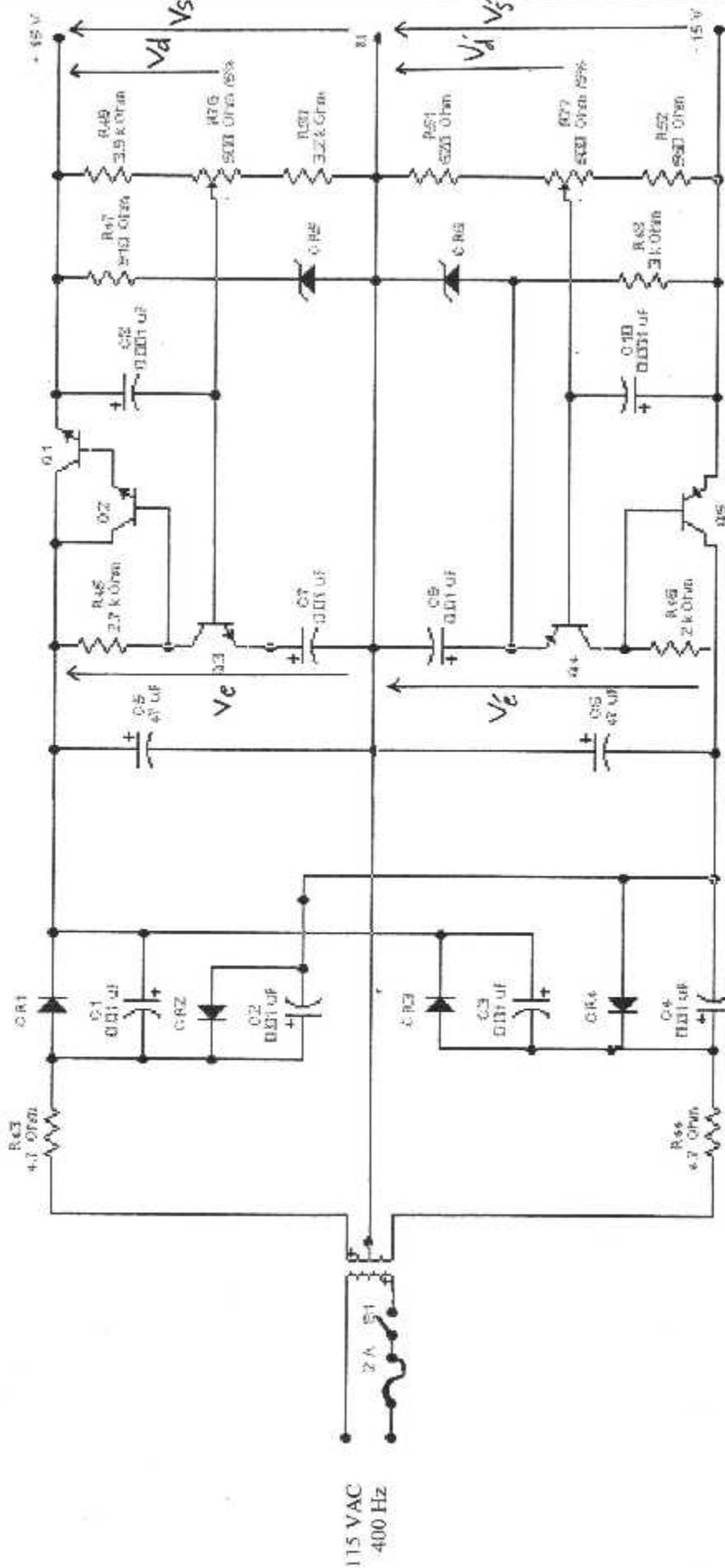


Fig IV.3. Schéma électrique de l'alimentation du banc d'essai

IV.3.1.a.1. Transformation de la tension :

Comme le montre la figure IV.3, la source d'énergie est prélevée du secteur par l'intermédiaire d'un transformateur, L'enroulement primaire sera connecté au secteur et on y adjoindra, avec profit, un fusible « 2A » qui le protégera efficacement en cas de court-circuit. on placera un interrupteur « S1 » pour la mise en route ou la déconnexion du réseau.

Les alternances positives + 15 VAC et négatives – 15 VAC se développent donc entre les extrémités de l'enroulement secondaire.

IV.3.1.a.2. Redressement :

L'un des circuits à redressement double alternance le plus fréquemment utilisé est le pont de diodes. Le redressement de la tension peut se faire en utilisant un pont à quatre diodes et un secondaire unique.

IV.3.1.a.3. Filtrage :

Nous avons en sortie du redresseur une tension continue, certes, mais une tension qui ondule abominablement.

Pour enlever cette ondulation, nous allons utiliser un filtre qui sert à lisser le courant redressé brut fourni par le redresseur sous forme de tension pulsée.

Dans notre montage, ce sont les deux condensateurs C5 et C6 qui effectuent respectivement le filtrage pour la tension positive et la tension négative.

IV.3.1.a.4. Ballast :

Le ballast prévu pour une alimentation d'une certaine puissance doit avoir à la fois un gain élevé et une forte dissipation thermique. Aucun transistor seul n'a ces deux qualités. On a recours à un montage de deux transistors en cascade appelé Darlington.

Ce type d'amplificateur a la particularité d'avoir une impédance d'entrée et un gain en courant élevés.

Les deux collecteurs sont reliés ensemble. Le premier transistor débite directement dans la base du deuxième ($I_{E1} = I_{B2}$).

Ces deux transistors ainsi montés se comportent comme un seul transistor, dont le gain β est égal au produit des gains des deux transistors.

Sur le montage, les transistors Q1 et Q2 constituent le darlington

IV.3.1.a.5. Régulation :

la tension de sortie avait tendance à fluctuer en fonction des variations de charge.

pour résoudre ce problème, il faut réguler la tension.

le régulateur de tension est un dispositif capable de maintenir une tension de sortie stable quelque soit le débit de l'alimentation ou les variations de la charge.

Parmi les techniques de régulation, on trouve la régulation à diode zener qui a pour effet de maintenir une consommation de courant constante vis à vis du redresseur.

L'inconvénient de cette régulation est que la puissance disponible est limitée.

pour perfectionner la régulation de manière à rendre la tension de sortie totalement indépendante de toute fluctuation, il faut créer un système qui contrebalancera ces variations, c'est la régulation à contre-réaction.

IV.3.1.a.6. Fonctionnement de l'alimentation : (fig IV.3)

➤ La tension positive :

La tension 20 VDC du pont à diodes est régulée à + 15 VDC grâce au transistor de puissance darlington constitué de Q1 et Q2.

Cette régulation se fait par la comparaison de la fraction de tension de sortie qui dépend de la tension de référence 6.2 V stabilisée par la diode zener CR5 à travers la résistance R47 et le pont diviseur R49, R76 et R50. la différence entre les deux tensions fait conduire ou bloquer le transistor Q3.

Si $V_d > V_{ref}$, la tension V_{be3} sera supérieure à 0.6 V, donc Q3 devient passant. Le courant qui traverse la résistance R45 va passer totalement par Q3 et la diode zener.

Les transistors Q2 et Q1 sont bloqués et il y aura diminution du courant émetteur de Q1, ce qui entraîne l'augmentation de V_{ce1} et ainsi une diminution de V_s .

$$V_s = V_e - V_{ce1}$$

Si $v_d < V_{ref}$, la tension V_{be3} est inférieure à 0.6 V et va bloquer Q3.

Q1 et Q2 sont passants, entraînant l'augmentation du courant base-émetteur de Q1, donc V_{ce1} diminue et V_s augmente.

$$V_s = (R_{76} + R_{49} + R_{50}) \cdot I = 15 \text{ V} \dots\dots\dots 1$$

$$V_{ref} + V_{be3} = (R_X + R_{50}) \cdot I = 6.8 \text{ V} \dots\dots\dots 2 \quad , \text{ avec } V_{be3} = 0.6 \text{ V} \text{ et } V_{ref} = 6.2 \text{ V}$$

½ donne :

$$\frac{R_{76} + R_{49} + R_{50}}{R_X + R_{50}} = 15 / 6.8 = 2.2$$

$$R_X = (R_{76} + R_{49} + R_{50} - R_{50} \times 2.2) / 2.2$$

$$\text{Donc } R_X = 254.54 \Omega$$

➤ La tension négative :

La tension -20VDC du pont à diode est régulée à -15 VDC grâce au transistor Q5.

Cette régulation est faite par la comparaison de la fraction de tension de sortie qui dépend de la tension de sortie de référence qui est égale à 6.2 V stabilisée par la diode zener CR6 à travers la résistance R48 et le pont diviseur R51, R77 et R52.

La différence entre les deux tensions fait conduire ou bloquer le transistor Q4.

Si $v_d' > v_{ref}$, la tension V_{be4} sera supérieure à 0.6 V et fait conduire le transistor Q4, le courant qui traverse R48 va passer totalement par Q4 et la diode zener. Q5 sera bloquée et on a une diminution du courant émetteur de Q5, ce qui entraîne une augmentation de V_{ce5} et donc une diminution de $V_{s'}$.

$$V_{s'} = V_{e'} - V_{ce5}$$

Si $V_d' < V_{ref}$, la tension V_{be4} est inférieure à 0.6V , elle va bloquer Q4. Q5 sera passant et son courant va augmenter, ainsi V_{ce5} diminue et $V_{s'}$ augmente.

$$V_{s'} = (R_{52} + R_{77} + R_{51}) \cdot I = -15\text{ v} \dots \dots \dots 3$$

$$(R_{51} + R_{77}) \cdot I = -(V_{ref} + V_{be4}) = -6.8\text{V} \dots \dots 4, \quad \text{avec } V_{be4} = 0.6\text{ V} \text{ et } V_{ref} = 6.2\text{ V}$$

¾ donne :

$$\frac{R_{52} + R_{77} + R_{51}}{R_{51} + R_{X'}} = 2.2$$

$$R_{X'} = (R_{52} + R_{77} + R_{51} - R_{52} \times 2.2) / 2.2$$

$$\text{Donc } R_{X'} = 204.09\ \Omega$$

IV.3.1.b .Etude des amplificateurs opérationnels

Nous supposons que les amplificateurs AR1, AR2, AR3 et AR4 sont idéals.

Un amplificateur idéal possède les caractéristiques suivantes :

- un gain circuit-ouvert , G_d , infini
- une impédance d'entrée, z_e , infinie
- une impédance de sortie, z_s , nulle.

IV.3.1.b.1. montage suiveur :

Les amplificateurs AR1 et AR2 sont montés en suiveur ; ce montage n'amplifie pas mais présente une très grande résistance d'entrée et une très faible résistance de sortie.

Pour l'amplificateur AR1, on a : (fig IV.4)

$$V_+ = V_-$$

$$V_+ = V + R_{34} \cdot I_+$$

$$V_- = R_{33} \cdot I_- + V_{s1}$$

$$\text{Donc } V + R_{34} \cdot I_+ = R_{33} \cdot I_- + V_{s1}$$

$$\text{Mais } I_- = I_+ = 0$$

Alors :

$$R_{33} \cdot I_- = 0 \text{ et } R_{34} \cdot I_+ = 0$$

$$\text{Donc } V = V_{s1}$$

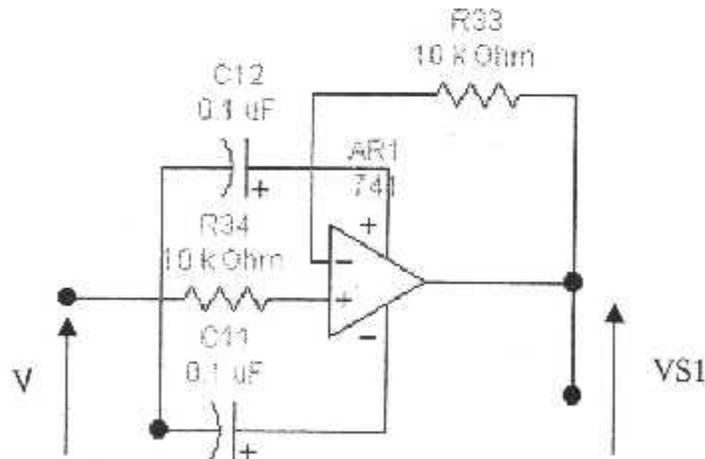


Fig IV.4. Amplificateur AR1

V est une tension variable selon la sortie commune (point 24) de la galette S4A. Si par exemple, la galette est sur le point 14, la tension correspondante qui est -2.25 V (V7) sera sélectionnée. (fig IV.14)

Pour l'amplificateur AR2, on a :(fig IV.5)

$$V_+ = V_-$$

$$V_+ = V' + R36 \cdot I_+$$

$$V_- = R35 \cdot I_- + V_{s2}$$

$$\text{Donc } V' + R36 \cdot I_+ = R35 \cdot I_- + V_{s2}$$

$$\text{Mais } I_- = I_+ = 0$$

Alors :

$$R35 \cdot I_- = 0 \text{ et } R36 \cdot I_+ = 0$$

$$\text{Donc } V' = V_{s2}$$

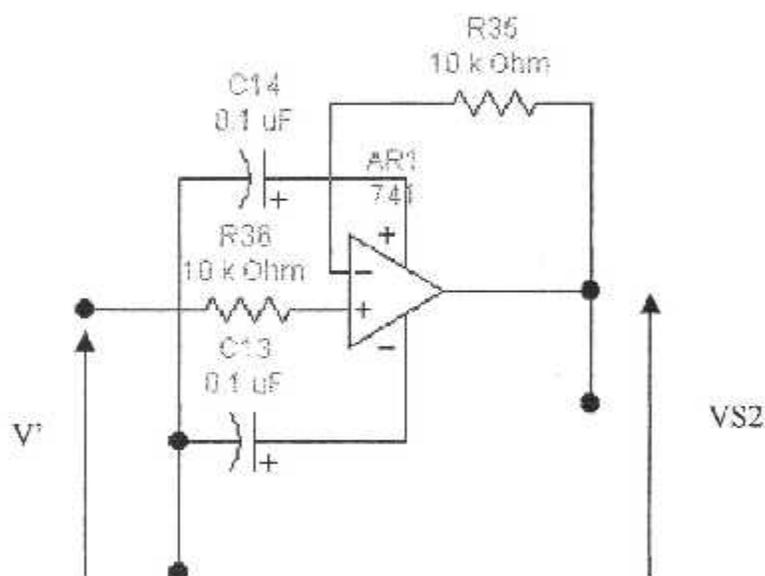


Fig IV.5. Amplificateur AR2

Le point 24 de la galette S4C est connectée à la borne V'. (fig IV.14)

Si par exemple S4C est sur le point 11, le commun de ce switch va sélectionner la tension du point 10 de S4A qui est égale à -6.15 V (V_3).

Puisque c'est un montage suiveur, $V_{s2} = -6.15 \text{ V}$. cette tension sera appliquée directement au switch S6 « Discrim check ».

Il en est de même pour les autres tensions.

IV.3.1.b.2. Le montage atténuateur :

Les amplificateurs AR3 et AR4 sont des atténuateurs, car ils permettent d'atténuer la tension de sortie respectivement à -1.9 V et $+1.9\text{ V}$. et cela grâce aux résistances variables R78 et R79.

pour AR3, on a : (fig IV.6)

$$V_e = R_{53} \cdot I, \text{ donc } I = V_e / R_{53} = 15 / 16 = 0.93 \text{ mA}$$

$$V_s = - R_{eq} \cdot I$$

$$R_{eq} = - V_s / I = 1.9 / 0.93 = 2.02 \text{ K}\Omega$$

$$R_{eq} = R_{57} // R_{78} = \frac{3 \cdot R_{78}}{3 + R_{78}} = 2.02 \text{ K}\Omega$$

$$\text{donc } R_{78} = 3 \times 2.02 / 0.97$$

$$R_{78} = 6.18 \text{ K}\Omega$$

pour obtenir la tension 1.9 V à la sortie de l'amplificateur, il faut varier le potentiomètre R78 à $6.18\text{ K}\Omega$.

La tension -1.9 V est appliquée au switch S7 « Bridge supply », elle sera ensuite appliquée au connecteur BITE. (fig IV.14)

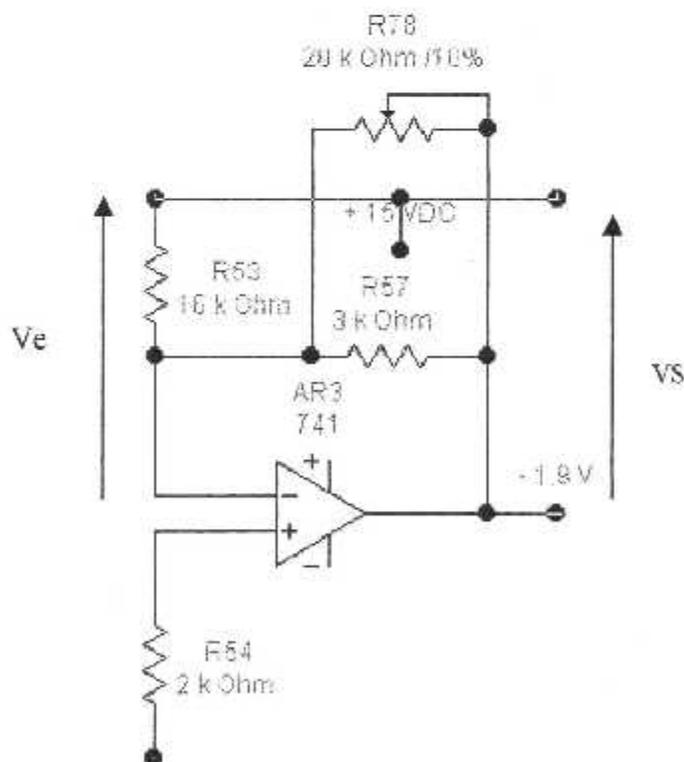


Fig IV.6. Atténuateur AR3

Pour AR4, on a : (fig IV.7)

$$V_e = R_{55} \cdot I$$

$$\text{Donc } I = V_e / R_{55} = -15 / 16 = -0.93 \text{ mA}$$

$$V_s = -R_{eq} \cdot I$$

$$R_{eq} = V_s / -I = 1.9 / 0.93 = 2.02 \text{ K}\Omega$$

$$R_{eq} = R_{58} // R_{79} = \frac{3 \cdot R_{79}}{3 + R_{79}} = 2.02 \text{ K}\Omega$$

$$\text{donc } R_{79} = 3 \times 2.02 / 0.97$$

$$R_{79} = 6.18 \text{ K}\Omega$$

Pour avoir une tension de + 1.9 V à la sortie de AR4, il faut varier R79 à 6.18K Ω .

Cette tension est appliquée au switch « Bridge supply », puis au connecteur BITE.

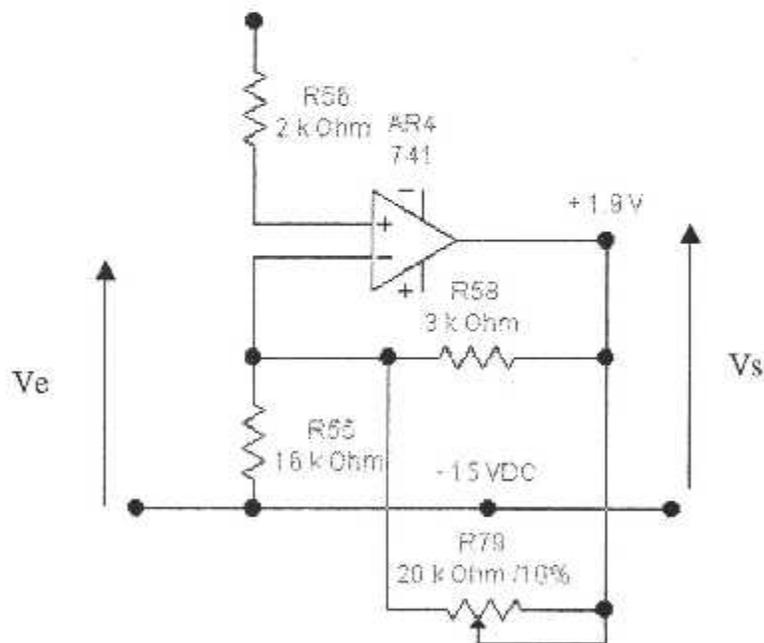


Fig IV.7. Atténuateur AR4

IV.3.1.c .Etude des Circuits diviseurs de tension

Les circuits diviseurs de tension nous permettent d'avoir les tensions nécessaires qu'on doit appliquer aux commutateurs.

➤ Circuit diviseur n°1 (fig IV.8)

$$V1 = \frac{R1}{R1 + R10} v' + v = - \frac{5.6}{5.6+27} 30 + 15 = 9.86 \text{ V}$$

$$V2 = \frac{R2}{R2 + R11} v' + v = - \frac{15}{15+15} 30 + 15 = 0 \text{ V}$$

$$V3 = \frac{R3}{R3 + R12} v' + v = - \frac{31}{31 + 13} 30 + 15 = -6.15 \text{ V}$$

$$V4 = \frac{R4}{R4 + R13} v' + v = - \frac{31}{31+12} 30 + 15 = -6.62 \text{ V}$$

$$V5 = \frac{R5}{R5 + R14} v' + v = - \frac{43}{43+15} 30 + 15 = -7.24 \text{ V}$$

$$V6 = \frac{R6}{R6 + R15} v' + v = - \frac{27}{27+8.2} 30 + 15 = -8 \text{ V}$$

$$V7 = \frac{R7}{R7 + R16} v' + v = - \frac{27}{27+ 20} 30 + 15 = -2.25 \text{ V}$$

$$V8 = \frac{R8}{R8 + R17} v' + v = - \frac{33}{33 + 13} 30 + 15 = -6.51 \text{ V}$$

$$V9 = \frac{R9}{R9 + R18} v' + v = - \frac{33}{33 + 12} 30 + 15 = -7 \text{ V}$$

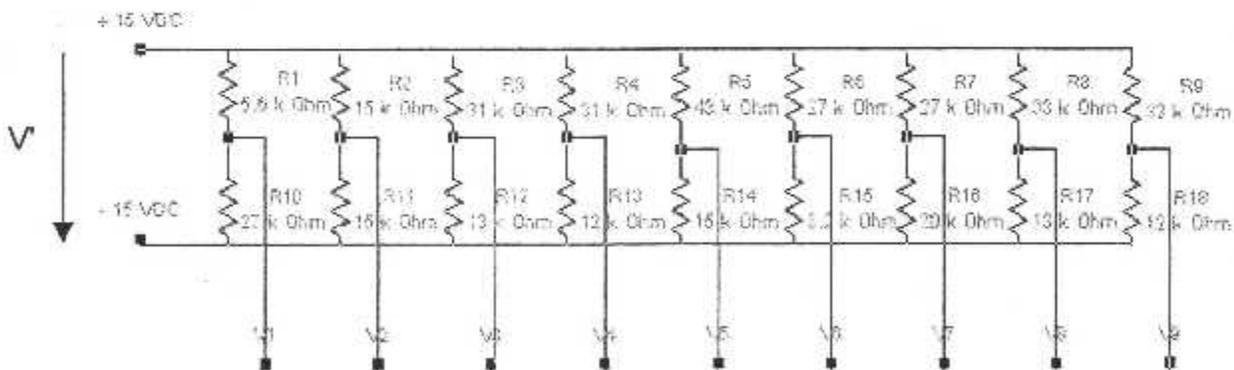


Fig IV.8. circuit diviseur de tension n°1

➤ Circuit diviseur n°2 (fig IV.9)

$$V_{10} = \frac{R_{20}}{R_{20} + R_{27}} v' + v = \frac{-4.3}{4.3 + 27} 30 + 15 = 10.85 \text{ V}$$

$$V_{11} = \frac{R_{21}}{R_{21} + R_{28}} v' + v = \frac{-13}{13 + 8.2} 30 + 15 = -3.4 \text{ v}$$

$$V_{12} = \frac{R_{22}}{R_{22} + R_{29}} v' + v = \frac{-31}{31 + 16} 30 + 15 = -4.76 \text{ V}$$

$$V_{13} = \frac{R_{23}}{R_{23} + R_{30}} v' + v = \frac{-33}{33 + 20} 30 + 15 = -3.68 \text{ V}$$

$$V_{14} = \frac{R_{24}}{R_{24} + R_{31}} v' + v = \frac{-27}{27 + 12} 30 + 15 = -5.75 \text{ V}$$

$$V_{15} = \frac{R_{25}}{R_{25} + R_{32}} v' + v = \frac{-20}{20 + 10} 30 + 15 = -5 \text{ V}$$

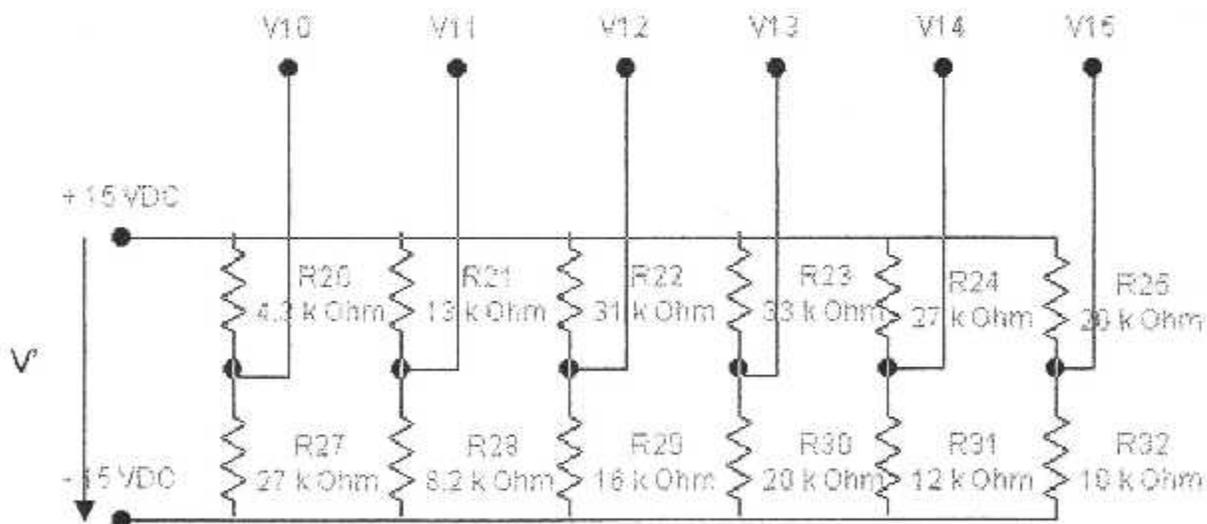


Fig IV.9. Circuit diviseur de tension n°2

➤ Circuit diviseur n°3 (fig IV.10)

$$V_{16} = \frac{R_{62}}{R_{62} + R_{61}} V = \frac{3.6}{3.6 + 12} 15 = 3.46 \text{ V}$$

$$V_{17} = \frac{R_{64}}{R_{64} + R_{63}} V = \frac{10}{10 + 15} 15 = 6 \text{ V}$$

$$V_{18} = \frac{R_{65}}{R_{65} + R_{66}} V = \frac{6.2}{6.2 + 8.2} 15 = 6.54 \text{ V}$$

$$V_{19} = \frac{R_{67}}{R_{67} + R_{68}} V = \frac{15}{15 + 0.51} 15 = 14.5 \text{ V}$$

$$V_{20} = \frac{R_{71}}{R_{71} + R_{70}} V = \frac{15}{15 + 0.51} 15 = 14.5 \text{ V}$$

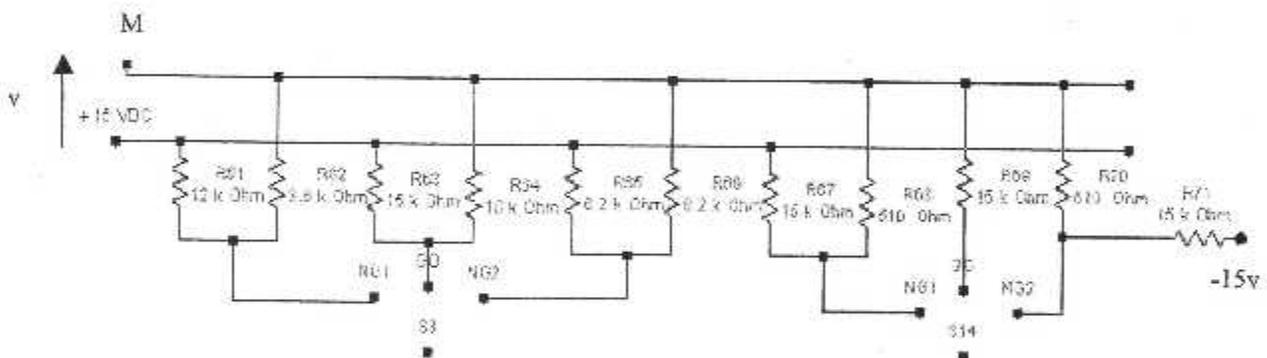


Fig IV.10. circuit diviseur de tension n°3

IV.4. Les résultats pratiques :

R76= 255 Ω
R77= 203 Ω
R78= R79 = 6K Ω

V1= 9.84 V
V2= 0V
V3= -6.16 V
V4= -6.64 V
V5= -7.26 V
V6= -7.99 V
V7= -2.33 V
V8= -6.63 V
V9= -7.09 V

V10 = 10.95 V
V11= -3.3 V
V12 = -4.78 V
V13= - 3.6 V
V14= -5.77 V
V15= -4.98 V

V16= 3.39 V
V17= 6.05 V
V18= 6.5 V
V19= 14.55 V
V20= 14.56 V

On constate bien que les valeurs des résistances et de tensions prélevées pratiquement sont très proches de celles calculées théoriquement.

Les tensions prélevées à partir des diviseurs de tension sont incluses dans l'intervalle donné dans le tableau de certification (**tableau IV.1**)

IV.5 Réalisation du banc d'essai :

Le schéma électrique du banc d'essai est donné sur la **figure IV.14**

L'alimentation nécessaire pour le banc d'essai qui alimente à son tour l'unité sous test est de 115 VAC, 400 Hz

IV.5.a. Réalisation des cartes électroniques :

Le banc d'essai est constitué de deux cartes électroniques :

- une carte à simple face (partie inférieure du schéma du banc d'essai)
(fig IV.11.a et fig IV.11.b)
- une carte à double face (partie supérieure du schéma du banc d'essai)
(fig IV.12.a et fig IV.12.b)

IV.5.b. Vue de face du banc d'essai : (fig IV.13)

Sur la face avant du banc d'essai, on distingue :

- ❖ le connecteur Main
- ❖ le connecteur BITE
- ❖ le milliampèremètre
- ❖ les bornes du voltmètre digital (DVM)
- ❖ un voyant DS1 qui s'allume lors de la mise en marche
- ❖ les différents interrupteurs et commutateurs

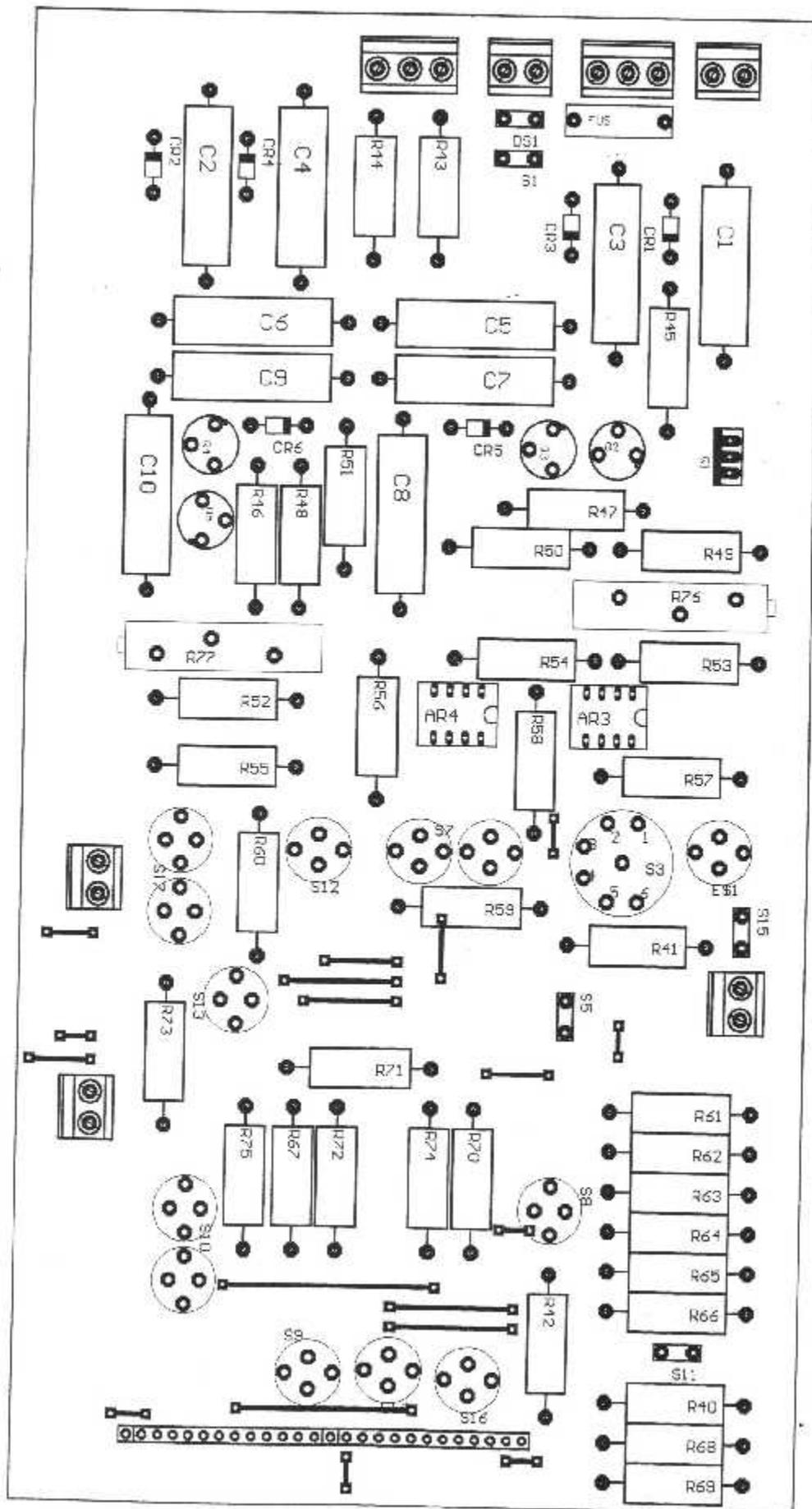


Fig IV.11.a. implantation des composants de la carte simple face

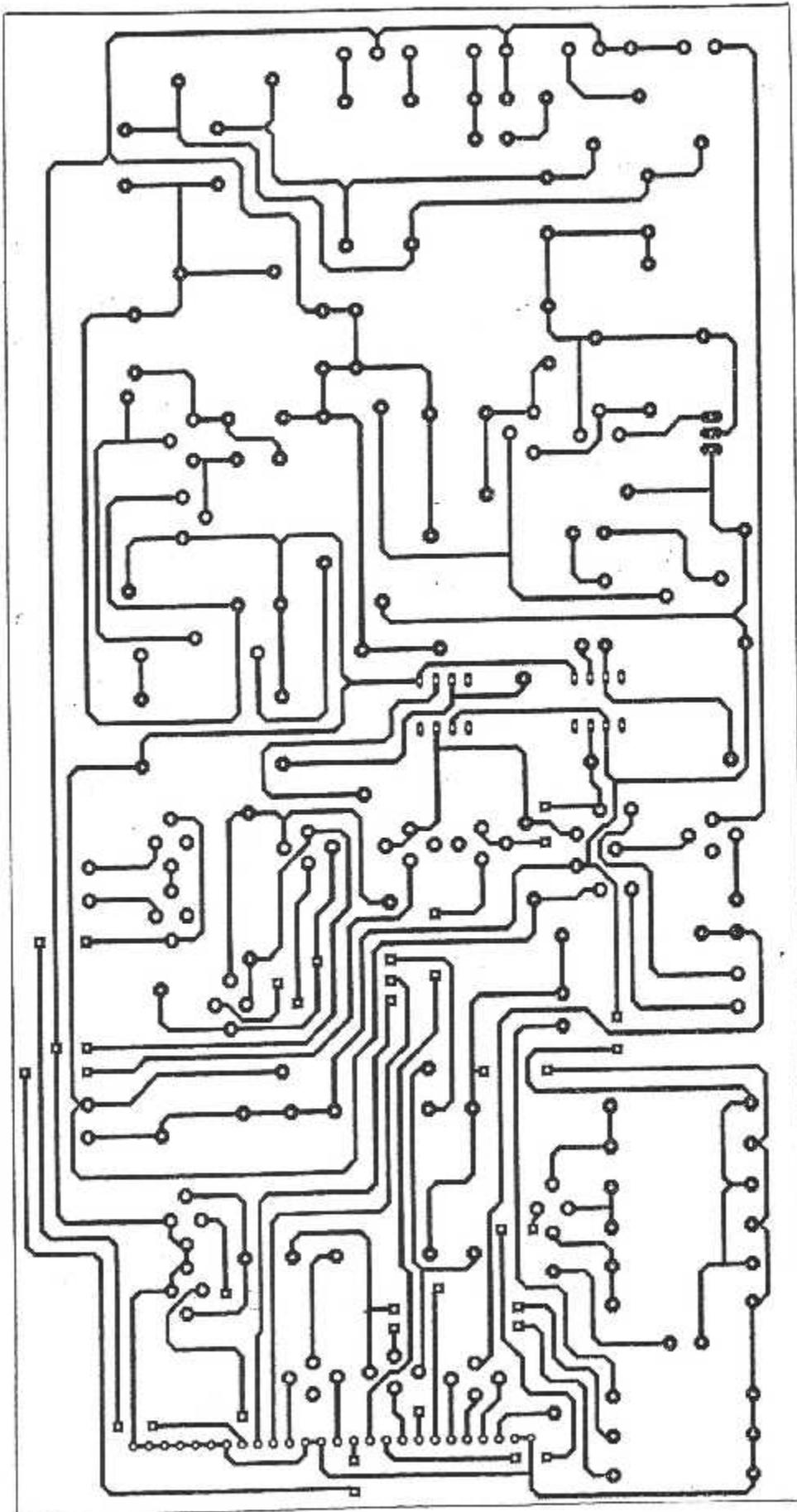


Fig IV.11.b. tracé du circuit imprimé de la carte simple face

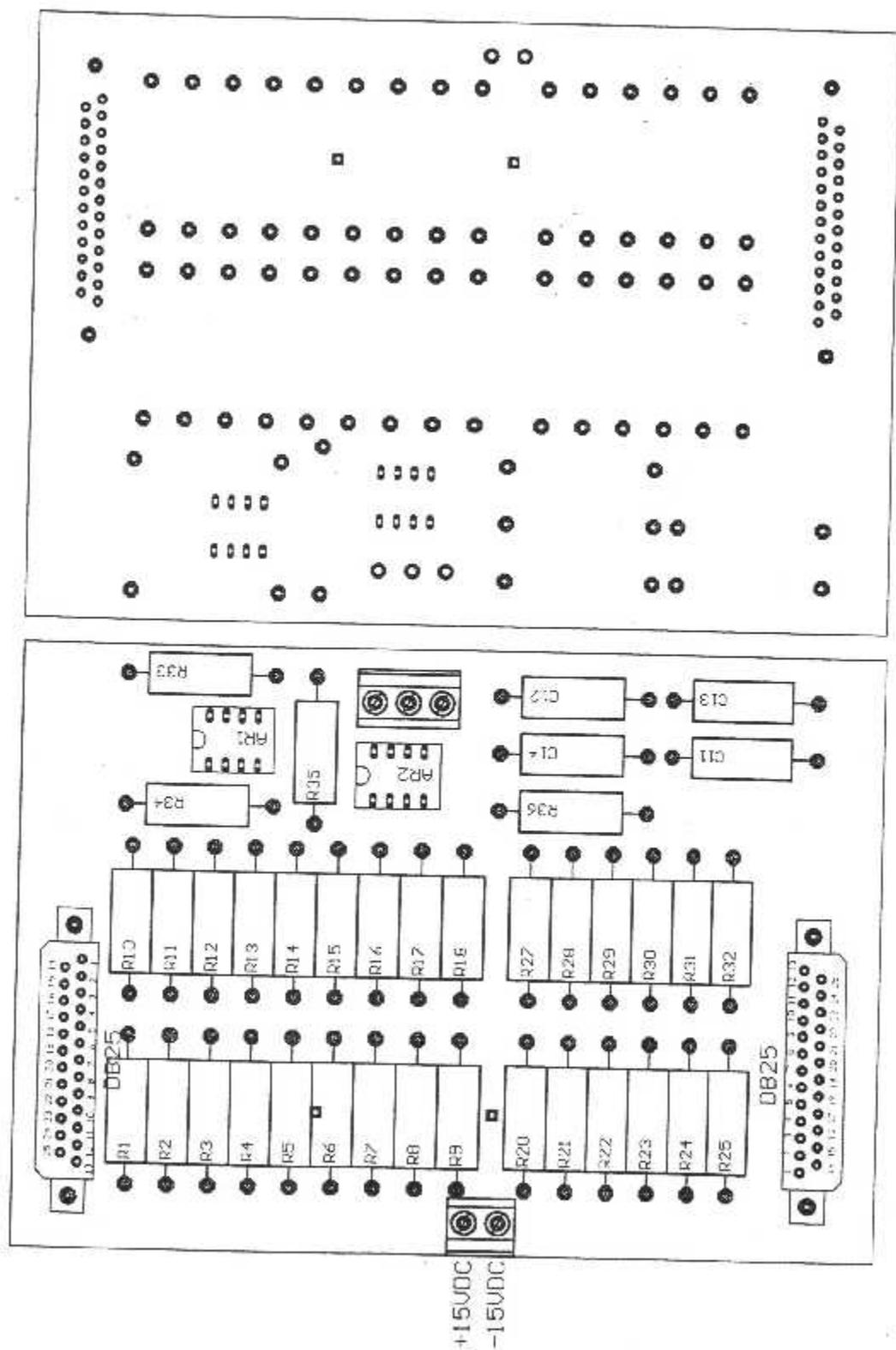


Fig IV.12.a implantation des composants de la carte double face

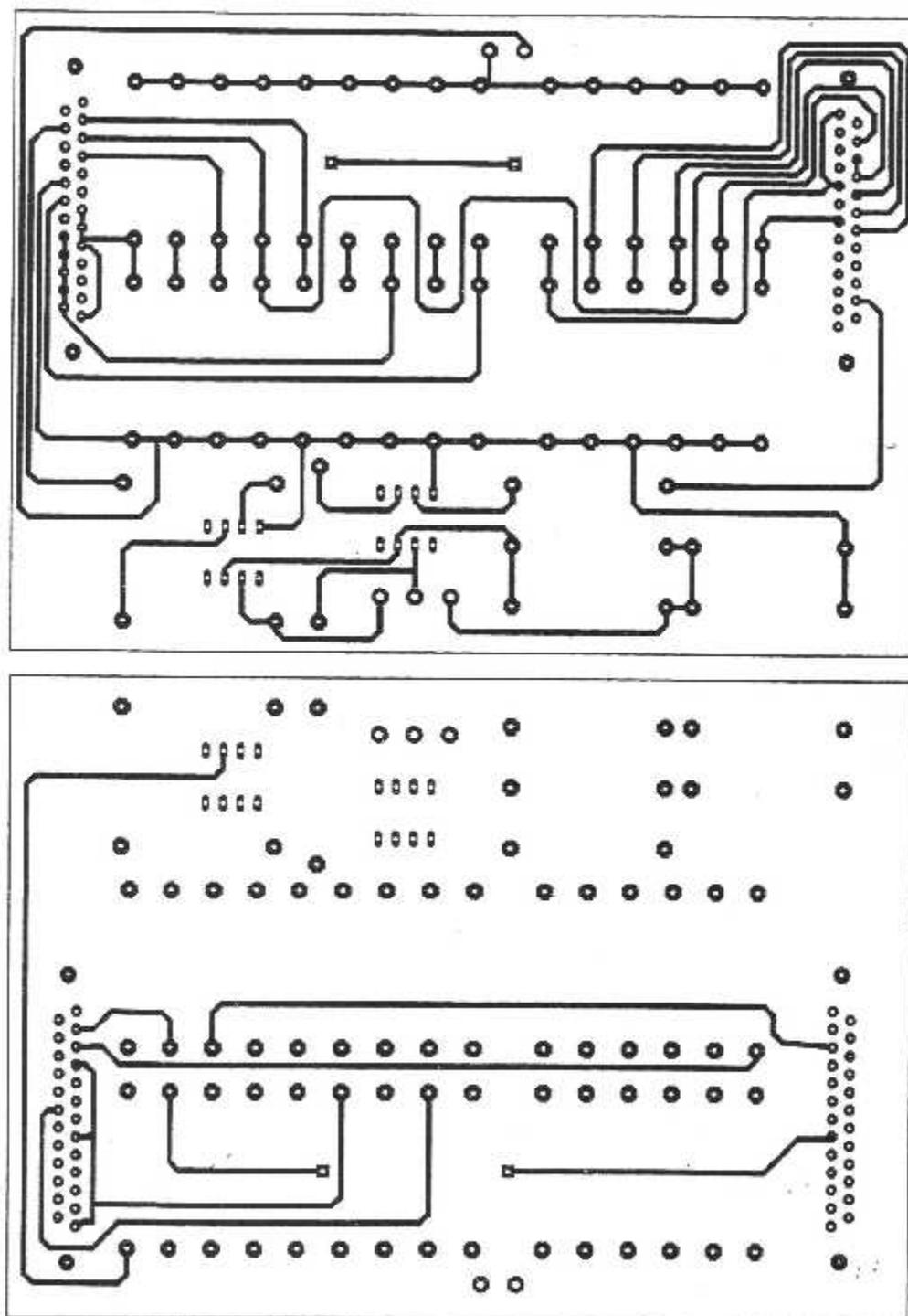
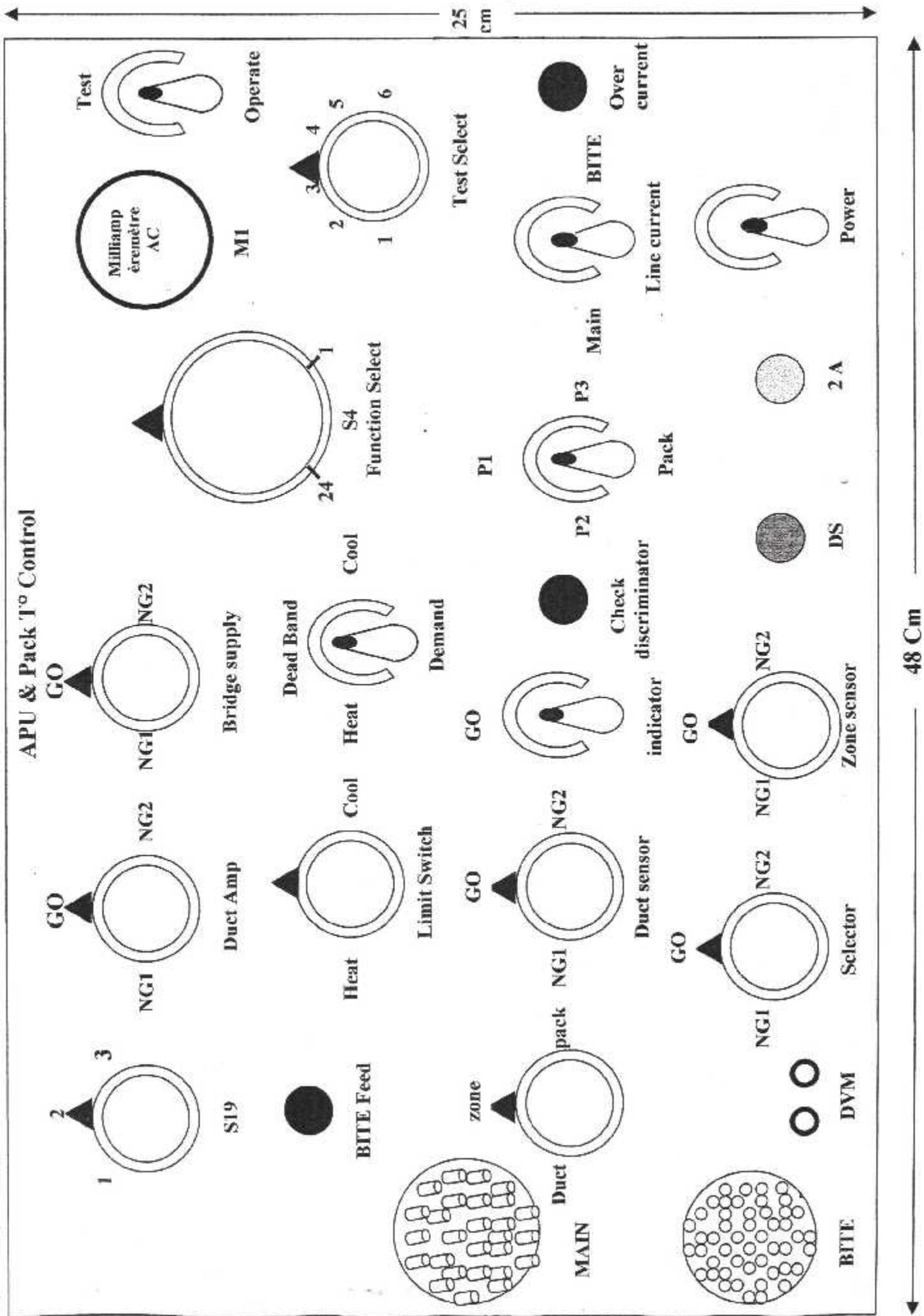


Fig IV.12.b tracé du circuit imprimé de la carte double face



APU & Pack T° Control

25 cm

48 Cm

Fig IV.13 Vue de face du banc d'essai

IV.6.Procédure de certification :

Afin de s'assurer que le banc d'essai qu'on a réalisé fonctionne convenablement, on doit accomplir une procédure de certification donnée dans le manuel.

On branche le banc d'essai à une alimentation de 115 VAC/400 Hz et on connecte un voltmètre aux bornes DVM, ensuite on allume le banc d'essai et on prélève des valeurs de tension comme indiqué dans le **tableau IV.1**.

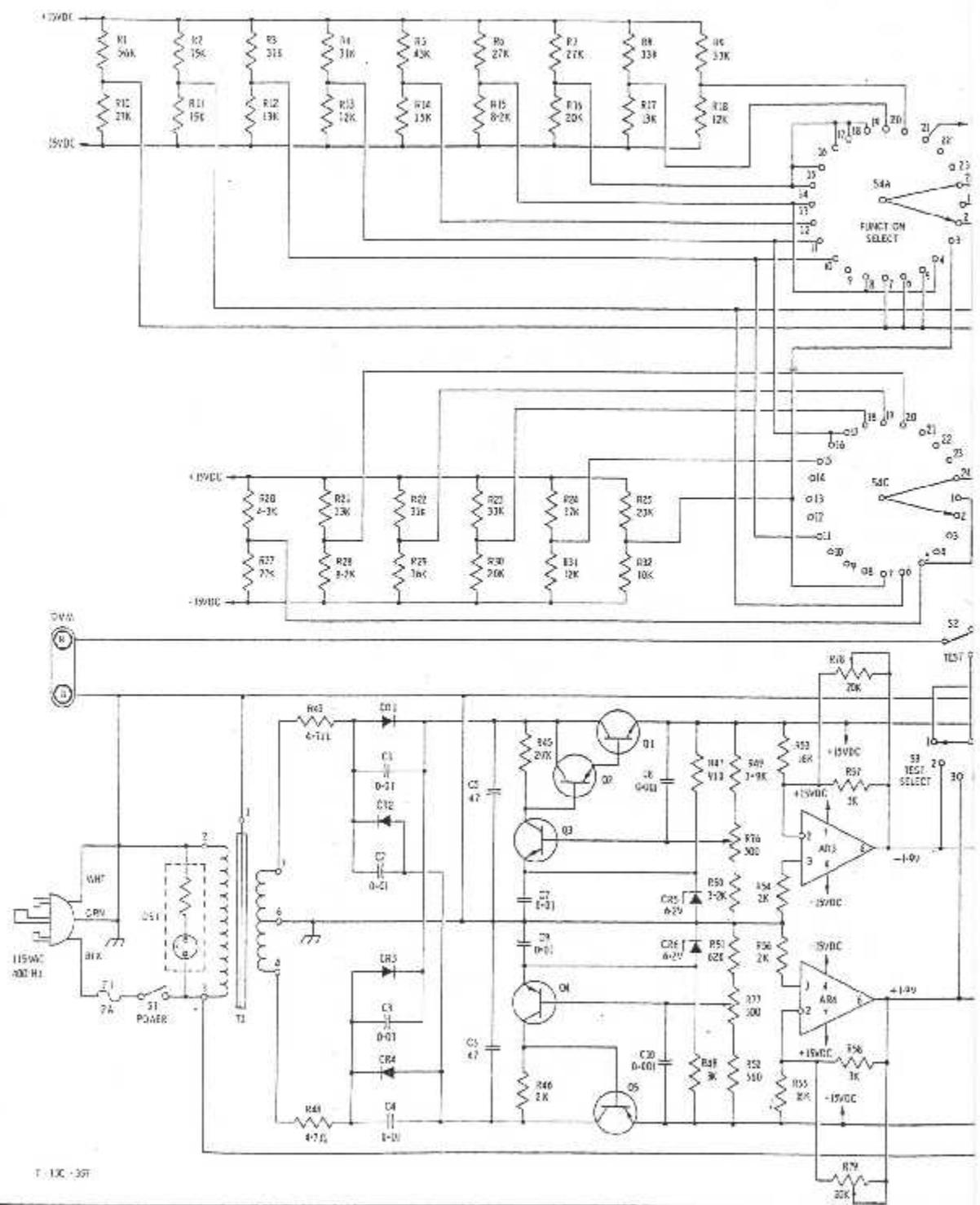
Si les valeurs prélevées sont incluses dans les tolérances données sur le tableau, on peut confirmer que le banc d'essai est bon et est prêt à l'utilisation.

Pour procéder au test du contrôleur de liaison (APU & pack temperature controller) afin de s'assurer de son bon fonctionnement, tel qu'il est prescrit par le constructeur, on doit utiliser le banc d'essai.

Il existe une procédure de test donnée dans le manuel et qui doit être suivie étape par étape (voir annexe III).

TABLEAU IV.1 : tableau de certification

TEST SELECT	FUNCTION SELECT	DVM INDICATION < NOMINAL >			AJUSTEMENT	VALEURS PRELEVEES SUR LE BANC D'ESSAI REALISE
1	1	+09.805	+09.860	+09.915	R1/R10	+ 9.84
1	2	-00.025	ZERO	+00.025	R2/R11	0
1	10	-06.175	-06.150	-06.125	R3/R12	- 6.16
1	11	-06.645	-06.620	-06.595	R4/R13	- 6.64
1	12	-07.265	-07.240	-07.215	R5/R14	- 7.26
1	13	-08.025	-08.000	-07.975	R6/R15	- 7.99
1	14	-02.305	-02.250	-02.195	R7/R16	- 2.33
1	19	-06.565	-06.510	-06.455	R8/R17	- 6.63
1	20	-07.025	-07.000	-06.975	R9/R18	- 7.09
2	N/A	-01.910	-01.900	-01.890	R53/R57	- 1.9
2	N/A	+01.890	+01.9	+01.910	R55/R58	+ 1.9
4	N/A	+14.850	+15	+15.150	POT R76	+ 15.05
5	N/A	-15.150	-15	-14.850	POT R77	- 15.05
6	1	+10.795	+10.850	+10.905	R20/R27	+ 10.95
6	20	-03.455	-03.400	-03.345	R21/R28	- 3.3
6	19	-04.815	-04.760	-04.705	R22/R29	- 4.78
6	18	-03.735	-03.680	-03.625	R23/R30	- 3.6
6	15	-05.805	-05.750	-05.695	R24/R31	- 5.77
6	7	-05.055	-05.000	-04.945	R25/R32	- 4.98



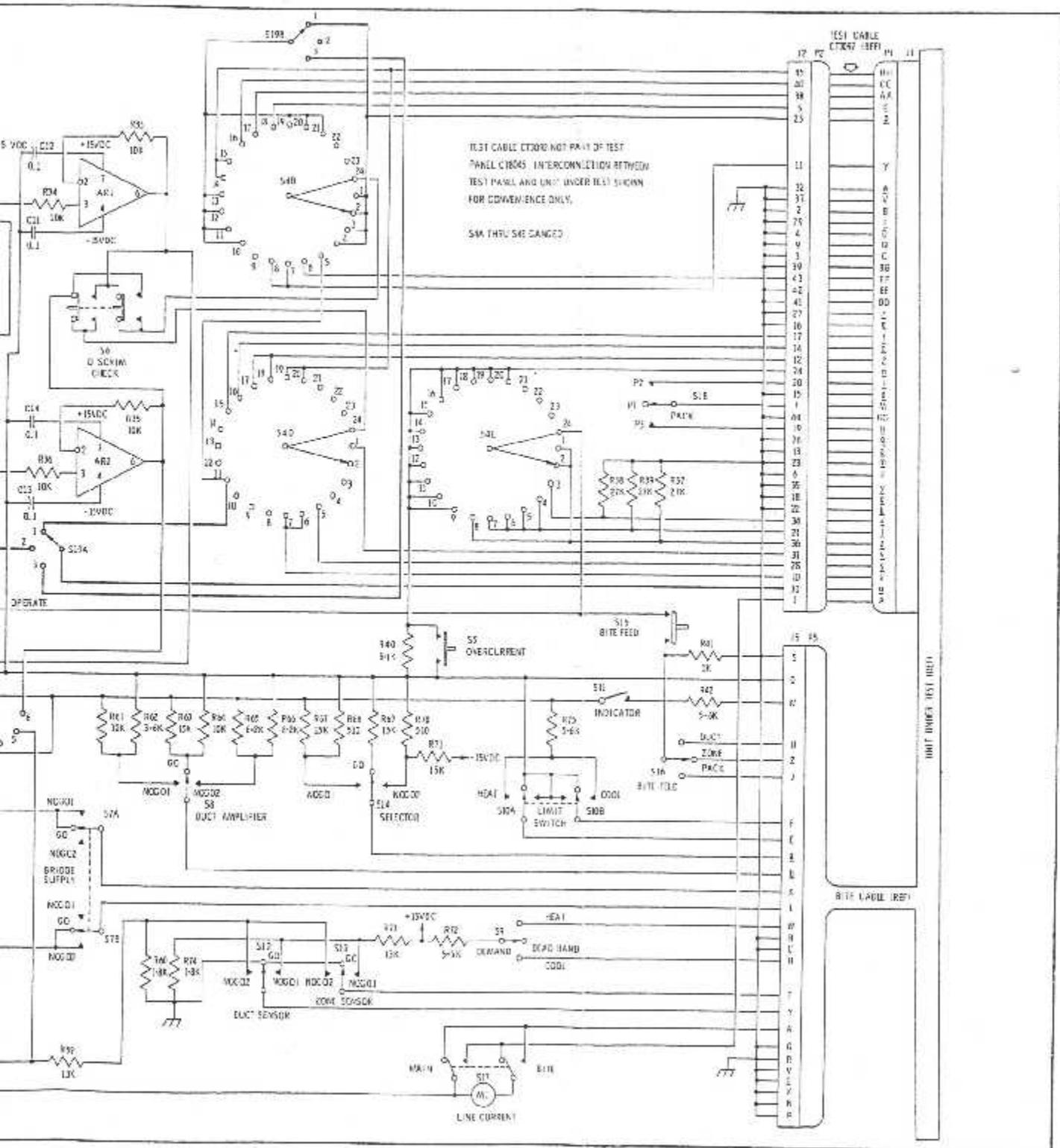


Fig IV.14 Schéma électrique du banc d'essai

Conclusion

L'étude théorique faite sur le contrôleur « APU & pack temperature controller » ainsi que la réalisation de son banc d'essai, nous ont permis d'enrichir notre connaissance en conditionnement d'air et en électronique.

Lors de notre stage pratique effectué dans les ateliers d'Air Algérie, il nous a été permis de tester l'accessoire « APU & pack T° controller » à l'aide du banc d'essai réalisé et d'assister aussi à son dépannage, en compagnie d'une équipe d'ingénieurs et de techniciens qualifiés.

L'ensemble des travaux effectués au cours de notre stage, nous a permis d'acquérir des connaissances théoriques et pratiques, surtout dans le domaine de la maintenance où nous avons constaté l'importance des bancs d'essai pour chaque accessoire.

Nous souhaitons que ce banc d'essai servira aux ateliers d'Air Algérie et diminuera le nombre d'accessoires sous-traités à l'étranger.

De même, nous souhaitons que ce mémoire servira comme support pédagogique et technique aux prochaines promotions d'étudiants.

ANNEXE I

Fonction	Désignation	Nom bre	Panneau	Courant	Bus
Contrôle de la température pour le pack n°1	MAN CTL	1	22 VU	115 VAC	302 XP. B
	WARN	1	22 VU	28 VDC	306 PP
	VALVE	1	22 VU	28 VDC	303 PP
	DEFLECT DOOR	1	125 VU	28 VDC	104 PP
	AUTO CTL	1	125 VU	115 VAC	105 XP. A
Contrôle de la température pour le pack n°2	MAN CTL	1	22 VU	115 VAC	302 XP. B
	WARN	1	22 VU	28 VDC	303 PP
	VALVE	1	22 VU	28 VDC	306 PP
	DEFLECT DOOR	1	125 VU	28 VDC	106 PP
	AUTO CTL	1	125 VU	115 VAC	205 XP. A
Contrôle de la température	TEMP IND	1	22 VU	28 VDC	303 PP
	TEMP CTL VALVE	1	125 VU	115 VAC	231 PP
	POS IND				
	DEMAND TEMP CTL	1	125 VU	115 VAC	105 XP. A
Alimentation du collecteur d'air froid	RAM AIR	1	22 VU	28 VDC	306 PP
Contrôle de la température Cockpit et zone Centrale Avant et arrière	MAN CTL	1	125 VU	115 VAC	106 XP.
	AUTO CTL	1	125 VU	115 VAC	105 XP. A
	MAN CTL	1	125 VU	115 VAC	106 XP. C
	AUTO CTL	1	125 VU	115 VAC	205 XP. A
Contrôle de la température Soute avant Soute en VRAC	MAN CTL	1	125 VU	115 VAC	105 XP. C
	AUTO CTL	1	125 VU	115 VAC	106 XP. C
	MAN CTL	1	125 VU	115 VAC	105 XP. C
	AUTO CTL	1	125 VU	115 VAC	105 XP. C
Alimentation du collecteur d'air chaud	CTL	1	125 VU	28 VDC	106 PP
	WARN	1	125 VU	28 VDC	104 PP
	TEMP IND	1	125 VU	28 VDC	104 PP

Fonction	Désignation	Nom bre	Panneau	Courant	Bus	
Alimentation en air chaud des soutes	SUPPLY	1	125 VU	115 VAC	105 XP. C	
	CTL ET WARN	1	125 VU	28 VDC	106 PP	
Soutes extraction	BULK	1	125 VU	115 VAC	106 XP	
	FWD	1	125 VU	115 VAC	106 XP	
Ventilation – soute électronique						
BLOWER n°1	LO SPD	1	126 VU	115 VAC	301 XP	
	HI SPD	1	126 VU	115 VAC	105 XP	
	CTL	1	126 VU	28 VDC	101 PP	
BLOWER n°2	LO SPD	1	126 VU	115 VAC	301 XP	
	HI SPD	1	126 VU	115 VAC	205 XP	
	CTL	1	126 VU	115 VAC	104 PP	
BLOWER n°1 et 2	BLOWERS WARN	1	126 VU	28 VDC	104 PP	
Extraction	FAN ET VALVES	} WARN CTL	1	22 VU	28 VDC	306 PP
			1	22 VU	28 VDC	303 PP
	FAN SUPPLY LO SPD		1	22 VU	115 VAC	302 XP
	EXTRACT FAN HI SPD		1	126 VU	115 VAC	105 XP
Ventilation cabine	CABIN FANS	} FWD MID AFT CTL	1	126 VU	115 VAC	205 XP
			1	126 VU	115 VAC	205 XP
			1	126 VU	115 VAC	202 XP
			1	126 VU	115 VAC	104 XP
Ventilation galleys et toilettes	FAN SUPPLY	1	126 VU	115 VAC	106 XP	
	VALVE ET FAN CTL	1	126 VU	28 VDC	305 PP	



ANNEXE I

Liste des composants :**Amplificateurs opérationnels:**

AR1, AR2, AR3, AR4 : μ A 741

Condensateurs :

C1, C2, C3, C4, C7, C9 : 0.01 μ f – 200 VDCW

C5, C6 : 47 μ f – 35 VDCW

Diodes :

CR1, CR2, CR3, CR4 : Motorola 1N645

CR5, CR6 : Zener, Motorola 1N5234B

Résistances :

R1 : 5.6 Kilohms

R2, R11, R14, R63, R67, R69 , R71: 15 Kilohms

R3, R4, R22 : 31 Kilohms

R5 : 43 Kilohms

R6, R7, R10, R24, R27, R37, R38, R39 : 27 Kilohms

R8, R9, R23 : 33 Kilohms

R12, R17, R21, R59, R73 : 13 Kilohms

R13, R18, R31, R61 : 12 Kilohms

R15, R28 : 8.2 Kilohms

R16, R25, R30 : 20 Kilohms

R20 : 4.3 Kilohms

R29 : 16 Kilohms

R32, R33, R34, R35, R36, R64 : 10 Kilohms

R40 : 5.1 Kilohms

R41 : 1.0 Kilohms

R42, R72, R75 : 5.6 Kilohms

R43, R44 : 4.7 ohms

R45 : 2.7 Kilohms

R46, R48, R54, R56 : 2.0 Kilohms

R57, R58 : 3.0 Kilohms

R47 : 910 ohms

R49 : 3.9 Kilohms

R50 : 3.2 Kilohms

R51 : 620 ohms

R52 : 560 ohms

R53, R55 : 16 Kilohms

R60, R74 : 1.8 Kilohms

R62 : 3.6 Kilohms

R65 : 6.2 Kilohms

R66 : 8.2 Kilohms

R68, R70 : 510 ohms

R76 , R77 : 500 ohms variable

R78, R79 : 20 Kilohms variable

Transistors :

Q1 : NPN Motorola 2N5192
Q2, Q3 : NPN Motorola 2N1711
Q4, Q5 : PNP Motorola 2N4234

Lampe :

DS1

Fusible :

F1 : 2 Amp

Milliampèremètre :

M1 : Milliampèremètre AC (150 MA.FSD)

Connecteurs :

J1, J2, P1, P2

Switchs :

S1, S2, S11 : interrupteur, une position
S3 : Commutateur rotatif d'une galette à 6 positions
S4 : Commutateur rotatif de 5 galettes à 24 positions
S5, S15 : bouton poussoir
S6 : bouton poussoir doublé
S12, S14, S8, S9, S13, S16, S18, S19, : commutateur rotatif à 3 positions
S10, S7 : commutateur rotatif doublé à 3 positions
S17 : interrupteur doublé, une position

Transformateur : T1

Primaire 115 VAC, 400 Hz
Secondaire 35 VAC.

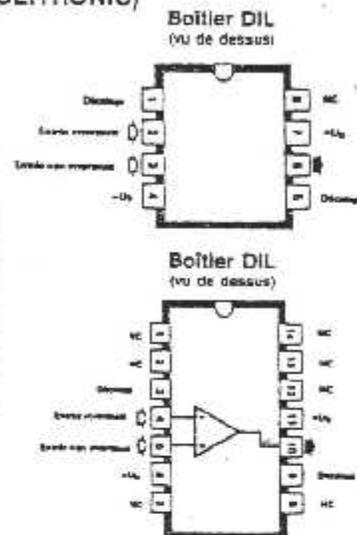
DESCRIPTION :

Les LM741 sont des amplificateurs opérationnels d'application générale qui procurent de meilleures performances que le classique LM709. Ils remplacent directement, broche à broche, le 709C, LM201, MC1439 et 748 dans la plupart des applications. De plus ils sont protégés contre pratiquement toutes les erreurs de manipulation.

Valeurs limites

Brochages (d'après PUBLITRONIC)

	LM741/LM741A	LM741E	LM741C
- Tension d'alimentation	± 22 V	± 22 V	± 18 V
- Tension différentielle d'entrée	± 30 V	± 30 V	± 30 V
- Tension d'entrée	± 15 V	± 15 V	± 15 V
- Durées d'un court-circuit sur la sortie	continu	continu	continu
- Plage de température de fonctionnement	-55°C à +125°C	0°C à +70°C	0°C à +70°C
- Plage de température de stockage	-65°C à +150°C	-65°C à +150°C	-65°C à +150°C
- Température d'une broche (soudage, 10 s)	300°C	300°C	300°C



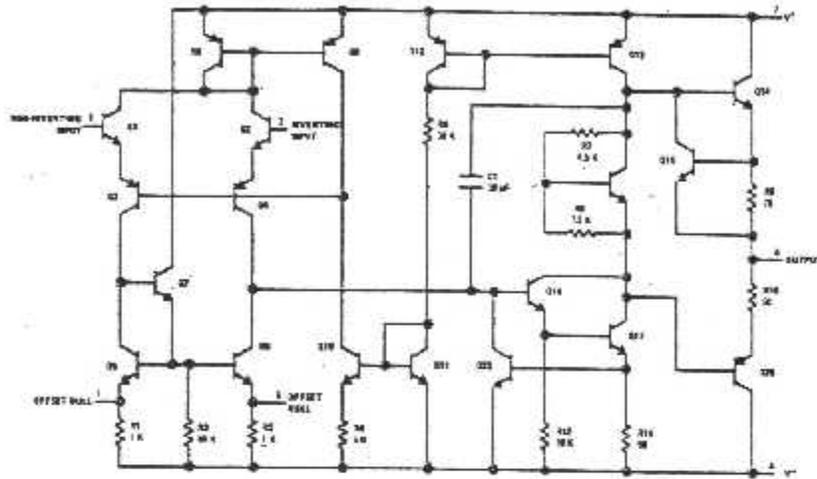
Caractéristiques électriques

Paramètres	Conditions	LM741A/LM741E			LM741			LM741C			Unités
		Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.	
Tension de décalage d'entrée	$T_A = 25^\circ\text{C}$ $R_S \leq 10\text{ k}\Omega$					1,0	5,0		2,0	6,0	mV
	$R_S \leq 50\ \Omega$		0,2	2,0							mV
	$T_A\text{ min.} \leq T_A \leq T_A\text{ max.}$ $R_S \leq 50\ \Omega$			4,0							mV
	$R_S \leq 10\text{ k}\Omega$						5,0			7,5	mV
Dérive moyenne de la tension de décalage d'entrée				15							$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
Plage de réglage de la tension de décalage d'entrée	$T_A = 25^\circ\text{C}$, $V_S = \pm 20\text{ V}$	± 10			± 15				± 15		mV
Courant de décalage d'entrée	$T_A = 25^\circ\text{C}$	3,0	30		20	200		20	200		nA
	$T_A\text{ min.} \leq T_A \leq T_A\text{ max.}$			70		80	500		300	300	nA
Dérive moyenne du courant de décalage d'entrée				0,5							$\text{nA}/^\circ\text{C}$
Courant de polarisation d'entrée	$T_A = 25^\circ\text{C}$	30	80		80	500		80	500		nA
	$T_A\text{ min.} \leq T_A \leq T_A\text{ max.}$			0,210		1,5			0,8		μA
Résistance d'entrée	$T_A = 25^\circ\text{C}$, $V_S = \pm 20\text{ V}$	1,0	6,0		0,3	2,0		0,3	2,0		M Ω
	$T_A\text{ min.} \leq T_A \leq T_A\text{ max.}$ $V_S = \pm 20\text{ V}$	0,5									M Ω
Plage de tensions d'entrée	$T_A = 25^\circ\text{C}$				± 12	± 13		± 12	± 13		V
	$T_A\text{ min.} \leq T_A \leq T_A\text{ max.}$										V
Gain en tension (signaux forts)	$T_A = 25^\circ\text{C}$, $R_L \geq 2\text{ k}\Omega$ $V_S = \pm 20\text{ V}$, $V_O = \pm 15\text{ V}$ $V_S = \pm 15\text{ V}$, $V_O = \pm 10\text{ V}$ $T_A\text{ min.} \leq T_A \leq T_A\text{ max.}$ $R_L \geq 2\text{ k}\Omega$	50			50	200		20	200		VmV VmV
	$V_S = \pm 20\text{ V}$, $V_O = \pm 15\text{ V}$ $V_S = \pm 15\text{ V}$, $V_O = \pm 10\text{ V}$ $V_S = \pm 5\text{ V}$, $V_O = \pm 2\text{ V}$	32			25			16			VmV VmV VmV
		10									VmV
											VmV
Amplitude de la tension de sortie	$V_S = \pm 20\text{ V}$ $R_L \geq 10\text{ k}\Omega$ $R_I \geq 2\text{ k}\Omega$ $V_S = \pm 15\text{ V}$ $R_L \geq 10\text{ k}\Omega$ $R_I \geq 2\text{ k}\Omega$	± 16			± 12	± 14		± 12	± 14		V V
		± 15			± 10	± 13		± 10	± 13		V V
Courant de court-circuit sur la sortie	$T_A = 25^\circ\text{C}$	10	25	35		25			25		mA mA
	$T_A\text{ min.} \leq T_A \leq T_A\text{ max.}$	10		40							mA
Taux de réjection en mode commun	$T_A\text{ min.} \leq T_A \leq T_A\text{ max.}$ $R_S \leq 10\text{ k}\Omega$, $V_{CM} = \pm 12\text{ V}$ $R_S \leq 50\text{ k}\Omega$, $V_{CM} = \pm 15\text{ V}$	80	95		70	80		70	90		dB dB
Taux de réjection à la tension d'alimentation	$T_A\text{ min.} \leq T_A \leq T_A\text{ max.}$ $V_S = \pm 20\text{ V}$ à $V_S = \pm 5\text{ V}$ $R_S \leq 50\ \Omega$ $R_S \leq 10\text{ k}\Omega$	86	96		77	96		77	96		dB dB
Réponse au signal unité	$T_A = 25^\circ\text{C}$ gain unitaire										μs μs
Bande passante			0,25	0,8		0,3			0,3		μs Hz
			6,0	20		5			5		Hz
Vitesse de balayage	$T_A = 25^\circ\text{C}$	0,427	1,5		0,6			0,5			MHz
Courant d'alimentation	$T_A = 25^\circ\text{C}$				1,7	2,8		1,7	2,8		mA
Puissance consommée	$T_A = 25^\circ\text{C}$ $V_S = \pm 15\text{ V}$ $T_A = T_A\text{ min.}$ $T_A = T_A\text{ max.}$										mW mW
					50	100		45	75		mW mW

AMPLIFICATEUR
OPÉRATIONNEL
USAGE GÉNÉRAL

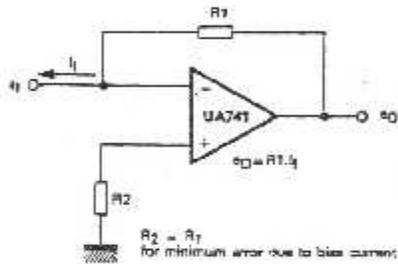
AMPLIFICATEUR
OPERATIONNEL
USAGE GENERAL

Structure interne

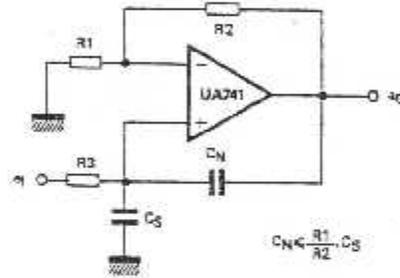


Applications

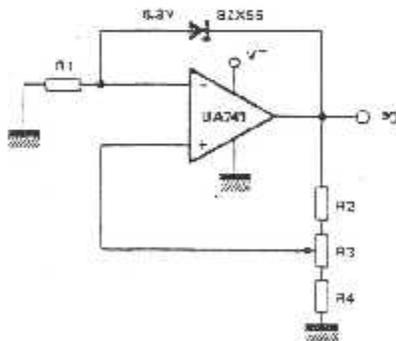
Convertisseur courant/tension



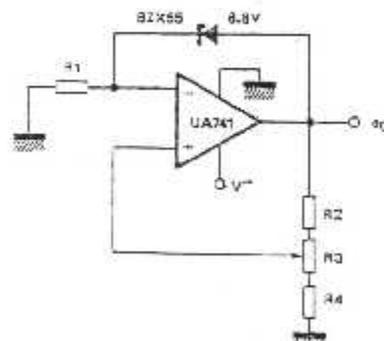
Capacité de neutrodynamique pour optimiser la réponse



Référence de tension positive



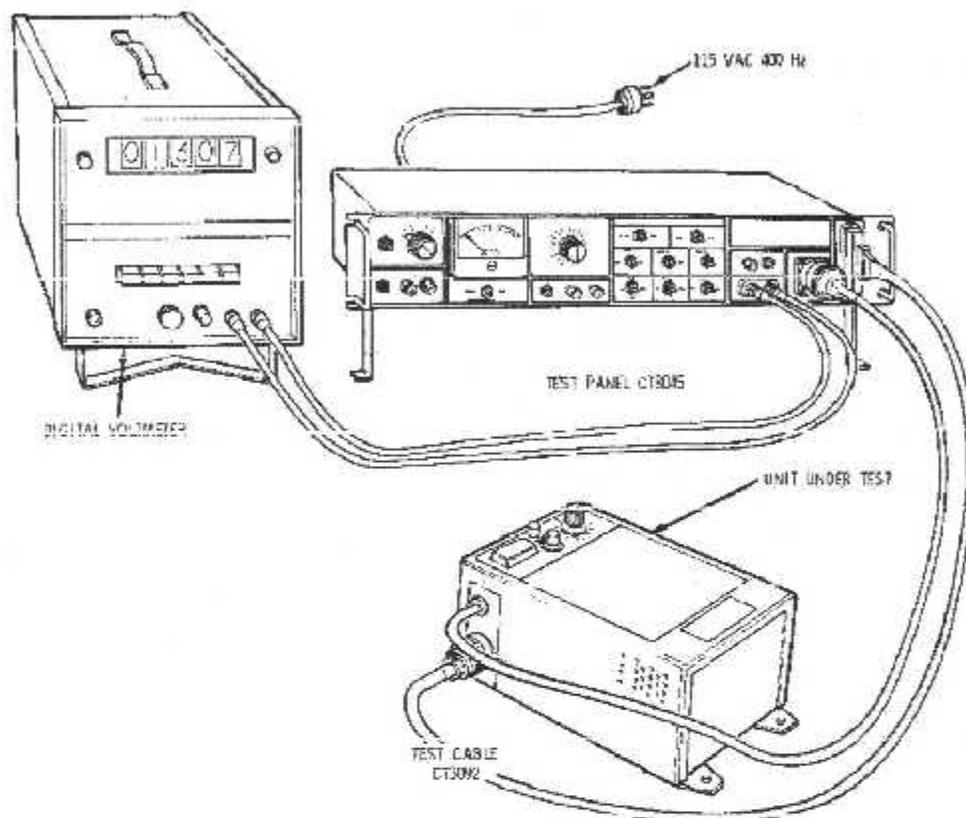
Référence de tension négative



ANNEXE II

PROCEDURE DE TEST POUR L'ACCESSOIRE « APU & PACK TEMPERATURE CONTROLLER » EQUIPANT L'AVION A310-200

Connecter le contrôleur au banc d'essai et placer un voltmètre digital aux bornes DVM du banc d'essai, comme indiqué sur la figure suivante.



Positions initiales :

Banc d'essai :

Power switch.....Off
 Operate- Test switch.....Operate
 Function select switch.....Position 1
 Bite feed switch.....Duct

Contrôleur :

BITE switch.....Position 1

Cette procédure de test est présentée en séries d'étapes programmées par ordre.

1.Control de courant d'alimentation

Positionner « Power switch » sur ON, le milliampèremètre indique une valeur inférieure à 100 mA .

2.control de courant d'alimentation (BITE)

Connecter le câble BITE au banc d'essai, appuyer « line current » sur BITE, le milliampèremètre doit indiquer une valeur inférieure à 100 mA.

3.Flight deck versus galley more cool discrimination, Flight deck versus galley scaling amplifier pack 1 channel.

Positionner « Power switch » sur OFF et déconnecter le câble BITE, Positionner « Power switch » sur ON et S₄ « function select » sur la position 1, le voltmètre (DVM) affiche une valeur de tension comprise entre - 9.89VDC et -10.89 VDC

4.Flight deck versus galley more cool discrimination check.

Appuyer « Discrim check », le voltmètre (DVM) affiche une valeur de tension comprise entre -9.89VDC et -10.89VDC

5.Flight deck versus galley scaling amplifier.

Positionner S₄ « Function select » sur la position 2, le voltmètre (DVM) affiche une valeur de tension comprise entre -2.10 VDC et -3.10 VDC

6.Flight deck versus galley scaling amplifier, pack 2 channel.

Positionner S₄ sur la position 3, appuyer « Pack switch » sur P₂, le voltmètre (DVM) affiche une valeur de tension comprise entre -0,78 et +1,78 VDC

7.Manual mode zone scaling amplifier, Flight deck versus galley scaling amplifier low temperature clamp.

Positionner S₄ « Function select » sur la position 4, le voltmètre (DVM) affiche une valeur de tension comprise entre -0.70 VDC et +0.70 VDC.

8.Manual mode zone scaling amplifier, Flight deck versus galley scaling amplifier low temperature clamp, pack 3 channel.

Appuyer « Pack switch » sur P₃, le voltmètre (DVM) affiche une valeur de tension comprise entre +1.20 VDC et +2.20 VDC.

9. Forward zone versus middle zone more cool discrimination, zone scaling amplifier pack3 channel

Positionner S₄ « Function select » sur la position 5 le voltmètre (DVM) affiche, une valeur de tension comprise entre -9.89 VDC et -10.89 VDC

10. Forward zone versus middle zone discrimination.

Appuyer « Discrim check », le voltmètre (DVM) affiche une valeur de tension comprise entre -9.89 VDC et -10.89 VDC

11. After zone versus growth 1 zone more cool discrimination, zone scaling amplifier.

Positionner S₄ « Function select » sur la position 6, le voltmètre (DVM) affiche une valeur de tension comprise entre -2.10 VDC et -3.10 VDC

12. After zone versus growth 1 zone discrimination.

Appuyer « Discrim check », le voltmètre (DVM) affiche une valeur de tension comprise entre -2.10 VDC et -3.10 VDC

13. Growth 1 zone versus growth 2 zone more cool discrimination, zone scaling amplifier.

Positionner S₄ « Function select » sur la position 7, Appuyer « Discrim check », le voltmètre (DVM) affiche une valeur de tension comprise entre +0.78 VDC et +1.78 VDC

14. Manual mode, flight deck versus galley scaling amplifier.

Positionner S₄ « Function select » sur la position 8, le voltmètre (DVM) affiche une valeur de tension comprise entre -0.70 VDC et +0.70 VDC

15. Zone scaling amplifier low clamp temperature , pack 1 channel.

Appuyer « Pack switch » sur P₃ , le DVM affiche une valeur de tension mesurée entre +1.20 VDC et +2.20 VDC.

16. More heat and more cool APU channel low speed clamp.

Positionner S₄ « Function select » sur la position 9, le voltmètre (DVM) affiche une valeur de tension comprise entre -0.10 VDC et +0.60 VDC

17. More cool APU channel (A).

Positionner S₄ « Function select » sur la position 10, le voltmètre (DVM) affiche une valeur de tension comprise entre -0.10 VDC et +2.85 VDC. enregistrer cette valeur

18. More cool APU channel, flight deck/ galley versus zone discrimination

Positionner S₄ « Function select » sur la position 11, appuyer « Discrim check » le voltmètre (DVM) affiche une tension comprise entre +2.90 VDC et +6.40 VDC

19. More cool APU channel (B).

Positionner S₄ « Function select » sur la position 12, le voltmètre (DVM) affiche une valeur de tension comprise entre +7.65 VDC et +10.80 VDC. enregistrer cette valeur

20. More cool APU high speed clamp.

Positionner S₄ « Function select » sur la position 13, le voltmètre (DVM) affiche une valeur de tension comprise entre +9.00 VDC et +10.80 VDC

21. More cool APU channel gain.

Soustraire la tension mesurée dans l'étape 17 de celle obtenue dans l'étape 19, le résultat doit être une tension comprise entre +6.62 VDC et +9.93 VDC

Pour les étapes suivantes désignées par un astérisque , il est important de laisser les tensions se stabiliser avant de prendre les indications du voltmètre, il peut être nécessaire de consacrer plus de 4 minutes pour chaque étape.

22. More heat APU channel. *

Positionner S₄ « Function select » sur la position 14, le voltmètre (DVM) affiche une valeur de tension comprise entre -0.10 VDC et +2.45 VDC

23. Flight deck versus galley more heat discrimination. *

A. Positionner S₄ « Function select » sur la position 15. Attendre 30 secondes, le voltmètre indiquera une valeur comprise entre +5.90 VDC et +9.90 VDC.

B. Attendre que le DVM se stabilise et noter l'indication qui doit être comprise entre +8.15 VDC et +10.80 VDC.

C. Appuyer « DISCRIM CHECK » et attendre que le DVM se stabilise, l'indication finale doit être comprise entre +8.15 VDC et +10.80VDC.

24. Forward zone versus middle zone more heat discrimination. *

A. Positionner S₄ « Function select » sur la position 16, le DVM doit indiquer une valeur comprise entre +9.1 VDC et +10.8 VDC

B. Appuyer sur « Discrim check », le DVM doit indiquer une valeur comprise entre +9.1 VDC et +10.8 VDC.

25. After zone versus growth 1 zone more heat discrimination (A). *

A. Positionner S₄ « Function select » sur la position 17, le DVM doit indiquer une valeur comprise entre +9.0 VDC et +10.8 VDC

B. Appuyer sur « Discrim check », le DVM doit indiquer une valeur comprise entre +9.0 VDC et +10.8 VDC.

26. Growth 1 zone versus growth 2 zone more heat discrimination. *

A. Positionner S₄ « Function select » sur la position 18 . après 30 secondes le voltmètre (DVM) indiquera une tension entre +4.0 VDC et +8.0VDC

B. Attendre que le voltmètre se stabilise et prendre la tension affichée qui doit être comprise entre +2.8 VDC et +6.30 VDC

C. Appuyer « Discrim check » et attendre que le D.V.M se stabilise, la tension affichée doit être comprise entre +2.8 VDC et +6.30 VDC

27. heat versus cool discrimination APU speed demand. *

Positionner S₄ « Function select » sur la position 19, le DVM doit indiquer une valeur comprise entre +5.6 VDC et +9.1VDC.

28. More heat APU channel gain (A). *

Positionner S₄ « Function select » sur la position 20, le DVM doit indiquer une valeur comprise entre +5.75 VDC et +9.25 VDC

29. More heat APU channel gain (B).

Soustraire la valeur de la tension obtenue dans l'étape N°28 de la valeur de la tension obtenue dans l'étape N°23, le résultat doit être compris entre +4.24 et +6.37 VDC

30. APU channel over current protection.

Positionner S₄ « Function select » sur la position 21, observer l'indication du milliampèremètre, appuyer sur over-current, la valeur du courant obtenu sur le milliampèremètre ne dépasse pas les 10mA

31. BITE ready indicator check.

Positionner S₄ « Function select » sur la position 24, avec la déconnexion du câble BITE du banc d'essai, la lampe (BITE ready) ne doit pas s'allumer

32. BITE ready indicator press to test.

Appuyer sur « BITE ready », il doit s'allumer

33. BITE ready indicator check.

Positionner « Power switch » sur OFF et connecter le câble BITE avec le connecteur BITE du banc d'essai, mettre le « Power switch » sur ON, BITE ready sera allumé.

34. NOGO indicator check.

appuyer sur NO GO, il doit s'allumer

35. GO indicator check.

Appuyer sur l'indicateur GO, il doit rester allumé quand il est appuyé.

Après un changement de position de switch dans les étapes précédentes, l'un des deux indicateurs GO, NO GO peut momentanément s'éteindre, les indicateurs ne doivent pas donner une fausse indication, l'indication correcte sera affichée après 8 secondes.

36. BITE system , switch position 1

Positionner BITE switch sur la position n°1, l'indicateur GO doit être allumé

37 .BITE system , switch position 2

Positionner BITE switch sur la position n°2, l'indicateur GO doit être allumé

38. BITE system , switch position 3

Positionner BITE switch sur la position n°3, l'indicateur GO doit être allumé

39. BITE system , switch position 1, 2 and 3 over current check

Positionner BITE switch sur les positions 1, 2 et 3, appuyer overcurrent switch dans chaque position . l'indicateur GO doit être allumé.

40. BITE system , switch position 4 (GO)

Positionner BITE switch sur la position n°4, l'indicateur GO doit être allumé

41. BITE system , switch position 4 (NOGO)

appuyer sur bridge supply sur la position NO GO 1, l'indicateur NO GO s'allume, appuyer sur bridge supply sur la position NO GO 2, l'indicateur NO GO s'allume

42. BITE system , switch position 5

- A. Positionner BITE switch sur la position n°5, l'indicateur GO doit être allumé
- B. Appuyer sur DUCT AMPLIFIER sur la position 1, l'indicateur NO GO s'allume
- C. Appuyer sur DUCT AMPLIFIER sur la position 2, l'indicateur NO GO s'allume .

43. BITE system , switch position 6

- A. Positionner BITE switch sur la position n°6, l'indicateur NO GO doit être allumé.
- B. Appuyer demand switch sur cool, l'indicateur NO GO s'allume
- C. Appuyer demand switch sur heat, , l'indicateur GO s'allume.

44. BITE system , switch position 7

- A. Positionner BITE switch sur la position n°7 et Appuyer demand switch sur cool, l'indicateur GO s'allume
- B. Appuyer demand switch sur heat, l'indicateur NO GO s'allume
- C. Appuyer limit switch sur cool, l'indicateur GO s'allume.

45. BITE system, switch position 8

- A. Positionner BITE switch sur la position n°8 et Appuyer demand switch sur cool, l'indicateur NO GO s'allume
- B. Appuyer demand switch sur heat, l'indicateur GO s'allume
- C. Appuyer limit switch sur heat, l'indicateur GO s'allume.
- D. Appuyer indicateur switch, l'indicateur GO s'allume

46. BITE system, switch position 9

- A. Positionner BITE switch sur la position n°9, l'indicateur GO doit être allumé
- B. Appuyer demand switch sur heat, l'indicateur NO GO s'allume
- C. Appuyer demand switch sur cool l'indicateur NO GO s'allume.

47. BITE system, switch position 10

- A. Positionner BITE switch sur la position n°10, l'indicateur GO s'allume
- B. Appuyer sur DUCT SENSOR NOGO1, l'indicateur NO GO s'allume
- C. Appuyer sur DUCT SENSOR NOGO2, l'indicateur NO GO s'allume.

48. BITE system, switch position 11

- A. Positionner BITE switch sur la position n°11, l'indicateur GO s'allume
- B. Appuyer zone sensor sur NOGO1, l'indicateur NO GO s'allume
- C. Appuyer zone sensor sur NOGO2, l'indicateur NO GO s'allume.

49. BITE system, position 12

- A. Positionner BITE switch sur la position n°12, l'indicateur GO s'allume
- B. Appuyer selector switch sur NOGO1, l'indicateur NO GO s'allume
- C. Appuyer selector switch sur NOGO2, l'indicateur NO GO s'allume

50. BITE power supply (A)

Positionner BITE switch sur la position 5, positionner le switch BITE feed sur duct et presser BITE feed. Le DVM doit indiquer une valeur de tension comprise entre -0,099 et -0.122 VDC

51. BITE power supply (B)

Positionner BITE switch sur la position 6, positionner le BITE feed sur zone et relâcher BITE feed, il y aura une valeur entre + 0.0016 et + 0.0020 VDC

52. BITE power supply (C) 1

Positionner BITE switch sur la position 7, positionner le BITE feed sur pack et relâcher presser BITE feed. Le DVM doit indiquer une valeur de tension comprise entre -0.035 VDC et -0.045 VDC

53. BITE power supply (C) 2

Positionner BITE switch sur la position 7, positionner le BITE feed sur DUCT et relâcher BITE feed. Le DVM doit indiquer une valeur de tension comprise entre -0.010 et +0.010 VDC

L'accessoire est utilisable.

BIBLIOGRAPHIE

BIBLIOGRAPHIE

➤ Manuels

- * Component Maintenance Manuel (CMM)
- * Aircraft Maintenance Manuel (AMM)
- * Aéro formation : Airbus Industrie/ Flight Safety

➤ Ouvrages

- * AIR France : A310 Conditionnement d'air- Pressurisation
ATA 21 Edition N°3
M. ROUSSEL
- * M & O Technical Training A310 ATA 49
Auxiliary Power Unit GTECP 331-250F
SABENA (1987)
J. SWART ENBROUX
- * Circuits électroniques (INELEC)
Yucef Hamada (1990)
- * Mémotech Electronique - Composants
Collection A. Capliez

➤ Thèses

- * Etude et réalisation d'un banc d'essai
pédagogique de la climatisation avion (IAB 2000)
- * Etude Energétique de l'APU GTCP 331-250F
(USTHB 1998)

➤ Sites Web

-  www.ifrance.com/aviaweb
-  perso.wanadoo.fr/mirabilevisu/airsystemfr.htm
-  www.faqfra.online.fr/avion/index.php
-  perso.wanadoo.fr/site-ptl,jmp/alimsta1.htm