

## REMERCIEMENT

*Nous tenons à remercier en premier lieu, DIEU le tout puissant de nous avoir donné la foi et le courage à fin de réaliser ce petit ouvrage.*

*Nous remercions également les parents pour leur soutiens moral et financier durant les années d'étude.*

*Nous tenons à remercier le promoteur M. Besaïd qui nous a aidé, comme nous remercions le co-promoteur M. Benouared, qui nous a conseillé et guidé.*

*Nous remercions aussi le personnel de l'atelier d'électronique d'AIR ALGERIE, en particulier M. Benlounes, M. Ridouh, M. Meslem, M. Rebbahi, M. Naib et généralement tout le personnel de l'atelier technique.*

***Dédicace***

***Je dédie ce projet à mes chère parents aux quels  
j'ai beaucoup de respect et de reconnaissances.***

***A toute la famille est surtout mes frères Abdrahim  
(mario), Islam (luiger), et mes sœurs Rekia et Halima.***

***A mes amis et tous qui m'ont aidé.***

***Remita Hocine***

***Dédicace***

***Je dédie ce projet à mes chère parents aux quels  
j'ai beaucoup de respect et de reconnaissances.***

***A toute la famille et surtout mes frères et mes  
sœurs.***

***A mon oncle Salim et sa femme Djamila et toute  
sa famille.***

***A mes amis et tous qui m'ont aidé, surtout  
Hocine, Abdallâh et Belkassem.***

***Delenda Nassim***



L'objectif de ce projet est l'étude théorique détaillée de l'accessoire : « Régulateur des glaces chauffantes », ainsi que l'étude et la réalisation du Banc d'Essai.

Le Banc d'Essai permet de détecter les différentes pannes qui peuvent subir le régulateur des glaces chauffantes, il facilite aussi la maintenance et la remise en état de marche.

# SOMMAIRE

	Page
Introduction générale	
<b>Chapitre 1 : Historique d'AIR ALGERIE</b>	
1.1 Présentation d'AIR ALGERIE .....	1
1.2 Les activités d'AIR ALGERIE .....	1
1.3 Description géographique de la compagnie AIR ALGERIE .....	2
1.4 Air Algérie et ses grandes dates .....	2
1.5 La flotte actuelle d'AIR ALGERIE .....	4
1.6 Organisation d'AIR ALGERIE .....	4
1.6.1 Présentation de la direction Générale .....	6
1.6.2 Présentation de la direction technique .....	6
1.7 Les caractéristiques du Boeing 737-800 (NG) .....	7
<b>Chapitre 2 : Notions sur le givrage et le dégivrage</b>	
2.1 Le givrage .....	8
2.1.1 Définition .....	8
2.1.2 Effets de givrage sur l'avion .....	8
a- Effets de givrage sur la cellule .....	8
b- Effets de givrage sur les moyens de propulsion .....	9
2.2 Le dégivrage .....	10
2.2.1 Définition .....	10
2.2.2 Le dégivrage au niveau des vitres du cockpit .....	10
<b>Chapitre 3 : Régulateur des glaces chauffantes</b>	
3.1 description .....	13
3.2 Description fonctionnelle .....	13
3.3 Le fonctionnement des étages .....	16
3.3.1 L'étage de haute puissance .....	16
3.3.1.1 Les circuits magnétiques .....	16
3.3.1.2 Le relais de surchauffe .....	16
3.3.1.3 Les thyristors .....	17
3.3.1.4 Le détecteur de courant excessif .....	18
3.3.2 Les circuits de contrôle .....	18
3.3.2.1 Le détecteur d'erreur .....	18
3.3.2.2 L'amplificateur d'erreur .....	19
3.3.2.3 Le générateur de rampe et le dépassement .....	20
3.3.2.4 Le détecteur du passage à zéro .....	21
3.3.2.5 Générateur des signaux triangulaires .....	21
3.3.2.6 Modulateur d'impulsion MID .....	22
3.3.2.7 Alimentations d'énergie .....	23

3.3.3	Circuits de protection .....	25
3.3.3.1	Détection court-circuitée de sonde de glace .....	25
3.3.3.2	la détection d'ouverture de sonde de glace .....	25
3.3.3.3	Détection de surchauffe de glace .....	25
3.3.3.4	Détecteur de courant excessif .....	26
3.3.3.5	Commande sans chauffage .....	26
	a - Détecteur de la demande d'échauffement .....	26
	b - Détecteur de courant .....	26
3.3.3.6	Le chauffage sans commande .....	28
3.3.3.7	Surchauffe de transformateur .....	28
3.3.3.8	Sortie asymétrique .....	29
3.3.3.9	Tension sans courant .....	29
3.3.3.10	Le détecteur de « Power On » .....	30
3.3.3.11	Le circuit de commande du lampe « Power On ».....	30
3.3.4	Dispositions d'essai .....	31
3.3.4.1	Essai « Power On ».....	31
3.3.4.2	Essai de surchauffe .....	31
3.3.5	Circuits de control de la sortie .....	32
3.3.5.1	Détecteur d'état .....	32
3.3.5.2	Détecteur de la tension moyenne .....	35
3.3.5.3	L'oscillateur et le comparateur de signal triangulaire .....	36
3.3.5.4	Générateur de signaux de 20 KHz .....	36
3.3.5.5	Circuit contrôleur de transformateur d'impulsion .....	36
3.3.6	Built In Test (BIT).....	40
3.3.6.1	Fonctions de BIT .....	40
3.3.6.1	Circuits d'indication de BIT .....	43
3.3.6.2	Horloge de surveillance d'état .....	44
3.3.6.3	Remise de la chronologie de défauts .....	44

## Chapitre 4 : Etude et réalisation du banc d'essai

4.1	introduction générale sur la maintenance aéronautique .....	45
4.2	Etude et réalisation du banc d'essai .....	46
3.2.1	Schéma synoptique du banc d'essai .....	46
3.2.2	Liste et description des composants du banc d'essai .....	47
3.2.3	Le matériel nécessaire pour l'opération de test .....	51
4.3	Analyse et essai .....	52
4.3.1	l'essai de fonctionnement .....	52
4.3.2	Recherche des causes de panne .....	54

## Conclusion

Annexe 1

Annexe 2

Annexe 3

Annexe 4

Bibliographie

# Liste des figures

	Page
Figure. 1 : Organigramme général de l'entreprise.....	5
Figure. 2 : Organigramme de la direction technique.....	6
Figure. 3 : Dimensions du B 737-800.....	7
Figure. 4 : Les effets du givrage sur l'avion.....	9
Figure. 5 : L'emplacement de la résistance chauffante et des sondes.....	11
Figure. 6 : La forme générale et la position du WHCU dans la soute électronique .....	12
Figure. 7 : Schéma synoptique général de l'accessoire.....	15
Figure. 8 : Les commandes des thyristors.....	17
Figure. 9 : Le détecteur de courant excessif .....	18
Figure. 10 : Le détecteur d'erreur et l'amplificateur d'erreur.....	19
Figure. 11: Le générateur de rampe et Le dépassement.....	20
Figure .12 : Le détecteur de passage à zéro.....	21
Figure 13 : Le générateur des signaux triangulaires.....	22
Figure. 14 : La sortie du modulateur MID.....	23
Figure. 15 : La source d'alimentation n°1.....	24
Figure. 16 : La source d'alimentation n°2.....	24
Figure. 17 : le détecteur de la demande d'échauffement.....	27
Figure. 18 : le détecteur de courant.....	27
Figure.19 : le détecteur de commande sans chauffage et chauffage sans commande....	28
Figure. 20 : Le détecteur de surchauffe du transformateur.....	29
Figure. 21 : Le détecteur 'Power On' et le circuit commandant la lampe 'Power On' ..	31
Figure. 22 : Le détecteur d'état du circuit de contrôle de sortie.....	33
Figure. 23 : la sortie du détecteur d'état.....	34
Figure. 24 : Le détecteur de la tension moyenne.....	35
Figure. 25 : L'oscillateur et le comparateur du signal triangulaire.....	37
Figure. 26 : Le générateur de signaux de 20 KHz.....	38
Figure. 27 : le circuit qui commande le transformateur d'impulsion.....	39
Figure. 28 : Le panneau de control et d'affichage.....	40
Figure. 29 : diagrammes de fonctionnement du BIT.....	42
Figure. 30 : Le circuit d'indication BIT.....	43
Figure. 31 : Schéma synoptique du banc d'essai.....	46
Figure. 32 : schéma d'interface de banc d'essai.....	48
Figure. 33 : le câblage du banc d'essai.....	48
Figure. 34 :les trois blocs de résistances (40 ohms, 150 ohms, 2 ohms).....	49
Figure. 35 : Le support du banc d'essai.....	50
Figure. 36 : Les équipements de test.....	51

# Liste des tableaux

	<b>Page</b>
Tableau.1 : les pins de connexions et les tentions de sortie.....	12
Tableau. 2 : les fonctions du système BIT.....	41
Tableau. 3 : La liste des composants du Banc d'essai.....	47
Tableau. 4 : Le matériel de test.....	51



# Introduction générale

## ***Introduction générale***

La visibilité se dégrade aux effets du givrage qui s'installe et se cumule sur le pare-brise du cockpit, et peut nuire la clairvoyance du pilote.

Afin de lutter contre le givre et ses conséquences, l'avion possède un système de régulation des glaces chauffantes qui sert à enlever le givre et d'empêcher même sa formation, pour assurer la visibilité.

Le chauffage des vitres se fait d'une manière progressive jusqu'à la valeur désirable, à fin d'éviter tout risque de choc thermique, qui peut surgir grâce à un chauffage brusque ou un refroidissement rapide, d'où la nécessité d'avoir un régulateur des glaces chauffantes avec ses composants spécifiques (le générateur du signal rampe, le générateur du signal triangulaire, ... etc.).

Chapitre 1  
Historique d'AIR ALGERIE

### **1.1. Présentation d'AIR ALGERIE**

La compagnie AIR ALGERIE est une entreprise de transport aérien à utilité publique, Créée en 1947, dans le but d'exploiter un réseau régulier de lignes aériennes entre l'Algérie et la France. Ce même réseau était desservi depuis la fin de la seconde guerre mondiale par la société AIR TRANSPORT dont les lignes s'étendaient jusqu'à l'Afrique Occidentale Française. Le 23 avril 1953, à la suite de la fusion de ses deux organismes, la Compagnie Générale de Transport Aérien AIR ALGERIE « C.G.T.A » entre officiellement en activité.

Dix ans plus tard et après l'indépendance de l'Algérie en 1962, plus exactement le 18 février 1963, elle devient une compagnie nationale sous la tutelle du ministère de transport, par l'acquisition de ce dernier de 51% des actions de la compagnie.

L'année 1970 a vu la participation de l'état portée à 83% des actions de la compagnie. Cette mesure qui permet à AIR ALGERIE de procéder au renouvellement progressif de sa flotte.

En 1972 et conformément à la politique de récupération du patrimoine détenue par des sociétés étrangères, les dernières actions détenues par des sociétés étrangères étaient rachetées par l'état, AIR ALGERIE devient une entreprise à 100% algérienne, dont l'étendue de son réseau et l'importance de sa flotte font d'elle l'une des plus importantes compagnies aériennes du continent d'Afrique.

En attendant son passage à l'autonomie, la société est actuellement régie par le décret N° 84-347 du 24 novembre 1984 sous la dénomination de « Entreprise Nationale des Services Aériens » AIR ALGERIE, cette année a vu aussi le passage à l'algériennisation du personnel navigant technique.

### **1.2. Les activités d'air algerie**

Les principales activités de l'entreprise comme il est défini dans le décret N° 84-347 du 24 novembre 1984, consiste à :

Le transport aérien public, du fret et du courrier.

L'exploitation des lignes aériennes nationales et internationales.

L'entretien et la réparation des aéronefs.

L'assistance technique et commerciale pour d'autres compagnies étrangères (comme pour la compagnie LIBYE AIRWAYS)

Vente des billets de transport pour son compte et pour le compte d'autres compagnies.

La compagnie AIR ALGERIE devient aujourd'hui l'une des premières compagnies à l'échelle du tiers monde, et ce par l'étendue de son réseau, la fiabilité des moyens d'exploitation, la bonne qualité de ses services, ainsi que la qualification de son personnel.

Parmi les perspectives du développement de la compagnie, c'est d'être efficace, rentable, importante au sein des grandes compagnies internationales ainsi de parvenir à un rang honorable dans le concours des transports aériens mondiaux.

Cet objectif sera atteint grâce à la gestion rationnelle du réseau aérien, à l'exploitation optimale des secteurs à fort potentiel et à la réorganisation de ses différentes structures.

### **1.3. Description géographique de l'aéroport Houari Boumediene**

L'aéroport Houari Boumediene se situe à 20 Km de la capitale. Elle s'étend sur une superficie de 2400 Hectares. L'aérodrome a été conçu en 1921. Les travaux d'extension en 1942 permettant la construction de la piste est-ouest et une tour de contrôle de 38 m de hauteur.

L'aérogare, d'une architecture originale, pouvait accueillir simultanément les voyageurs de (04) avions.

### **1.4. Air Algérie et ses grandes dates**

1954 : Air Algérie transporta 100.000 passagers avec une flotte composée de quatre (04) avions conventionnels avec moteur à piston de type DOUGLAS DC4.

1956 : L'introduction de six (06) avions de type LOCHEED permet de transporter 230.000 passagers.

1957 : L'acquisition de deux (02) avions types DOUGLAS DC 4 et deux autres avions Nord Atlas de type cargo (pour le transport du fret), permet de transporter 328.000 passagers et 4.500 tonnes de fret.

1959 : La compagnie s'est dotée d'une CARAVELLE.

1962 : La flotte se composait de :

04 CARAVELLES.

10 DOUGLAS DC 4.

03 DOUGLAS DC 3.

1968 : Acquisition de 04 avions CONVAIR 640 et retrait des vieux avions DC 3 et DC 4.

26 Mars 1971 : date historique dans la vie d'AIR ALGERIE, venant de SEATTLE (USA) deux (02) BOEING 727-200 arrivent à Alger, dotés des perfectionnements techniques et commerciaux. AIR ALGERIE était la 2<sup>ème</sup> compagnie au monde à utiliser ce genre d'appareils.

Février 1972 : Arrivé à Alger de deux (02) Boeing 737-200. Par cette nouvelle acquisition, AIR ALGERIE devient parmi les premières compagnies au monde à utiliser ce super-jet. Le deuxième grand événement dans cette année était la réalisation de la première grande visite (GV) sur un appareil de type CARAVELLE dans les ateliers de maintenance de DAR EL BEIDA.

1980 : La flotte s'enrichit d'une nouvelle génération d'avions AIRBUS 310-200 de type gros porteur, parfaitement adapté à l'exploitation de certaines lignes d'un fort courant de trafic aérien telle que Alger-paris, Alger-Djedda, Alger-Istanbul.

1990 : Réception d'une nouvelle génération de gros porteur BOEING 767-300.

2000 : Achat de nouveaux avions de type BOEING 737-800.

2001 : En début d'année la compagnie a reçu deux autres B 737-800.

2002 : Achat de cinq avions de type B737-600.

2003 : AIR ALGERIE à reçu cinq Avion de Transport Régional (05 ATR)

Entre 2004 et 2005 : la compagnie a acheté cinq avions de type AIRBUS A330-200.

Le réseau aérien actuellement desservi par la compagnie, englobe le réseau international et le réseau domestique. Aujourd'hui la compagnie est parmi les premiers à l'échelle du monde arabe et du tiers monde.

### **1.5. La flotte actuelle d'AIR ALGERIE**

La flotte commerciale d'AIR ALGERIE est constituée des avions suivants :

#### → Boeing

B 767-300 : transporte 229 passagers, trois (03) appareils disponibles.

B727-200 : transporte 185 passagers, neufs (09) appareils étaient disponibles aux années passées, mais actuellement ils sont vendus à la compagnie LIBYE AIRWAYS.

B737-200 : transporte 129 passagers, quatorze (14) appareils disponibles.

B737-600 : transporte 164 passagers, cinq (05) appareils disponibles.

B737-800 : (Next Generation -NG-) transporte 164 passagers, six (07) appareils sont disponibles.

#### → Airbus

A310-200 : transporte 216 passagers, deux (02) appareils disponibles.

A330-200 : cinq (05) appareils disponibles.

#### → Fokker

F27 : transporte 46 passagers, sept (07) appareils disponibles.

#### → ATR

ATR-72 : transporte 66 passagers, cinq (05) appareils disponibles.

### **1.6. Organisation d'AIR ALGERIE**

Pour atteindre ses objectifs précis, la compagnie AIR ALGERIE s'est subdivisé en différentes directions au sommet du quel se trouve la direction générale. Pour plus d'information voir l'organigramme général de l'entreprise (voir Figure 1)

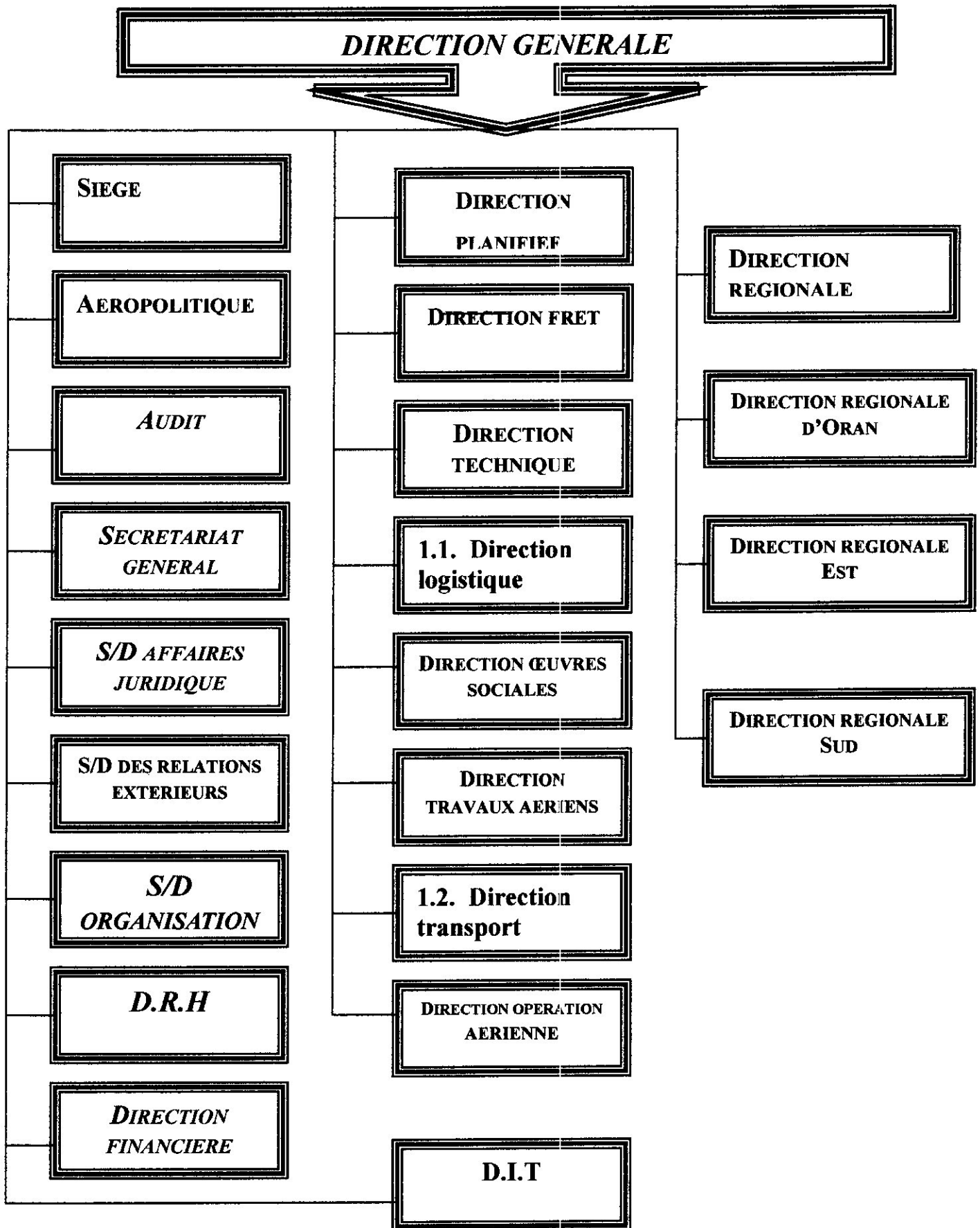


Figure.1 : Organigramme général de l'entreprise



### 1.6.1. Présentation de la direction technique

La direction technique est chargée pour assurer la maintenance de ses appareils ainsi que ceux qui lui sont confiés par les compagnies étrangères. Elle est organisée et structurée pour faire face aux travaux d'entretien, de réparation et de révision des équipements et des accessoires aéronautiques (voir Fig. 2)

### 1.6.2. Présentation du service électronique

Ce service est conçu pour la maintenance des équipements électroniques des différents avions qui sont répartie dans plusieurs ateliers comme : l'atelier de réparation des équipements de navigation (panneau de sélection audio, les antennes, les radars, ... etc.), l'atelier de réparation de pilote automatique (PA) et un atelier pour l'entretien d'autres instruments de bord (indicateur de vitesse, ... etc.)

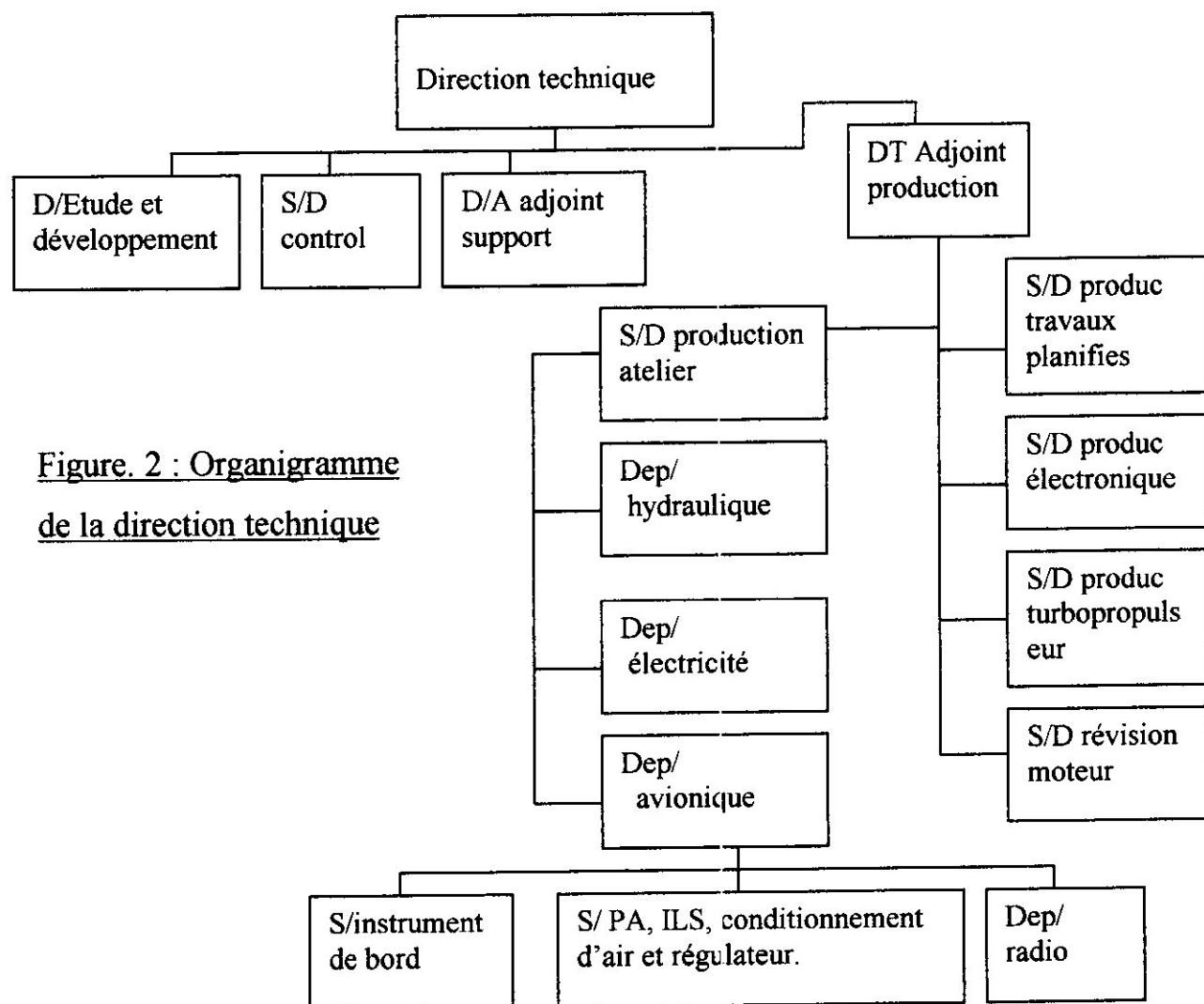


Figure. 2 : Organigramme de la direction technique

### 1.7. Les caractéristiques du Boeing 737-800 (NG)

Les avions B737-800 sont pour les vols moyens courriers. Chacun transporte 164 passagers. Il peut voler jusqu'à 2900 milles nautiques avec de pleins passagers.

- Longueur : 129 pieds, 6 pouces (33.6 m)
- Hauteur : 41 pieds, 2 pouces (12.4 m)
- Envergure : 112 pieds, 7 pouces (34.4 m)

Le B737-800 est équipé de deux turboréacteurs de type CFM 56-7B.

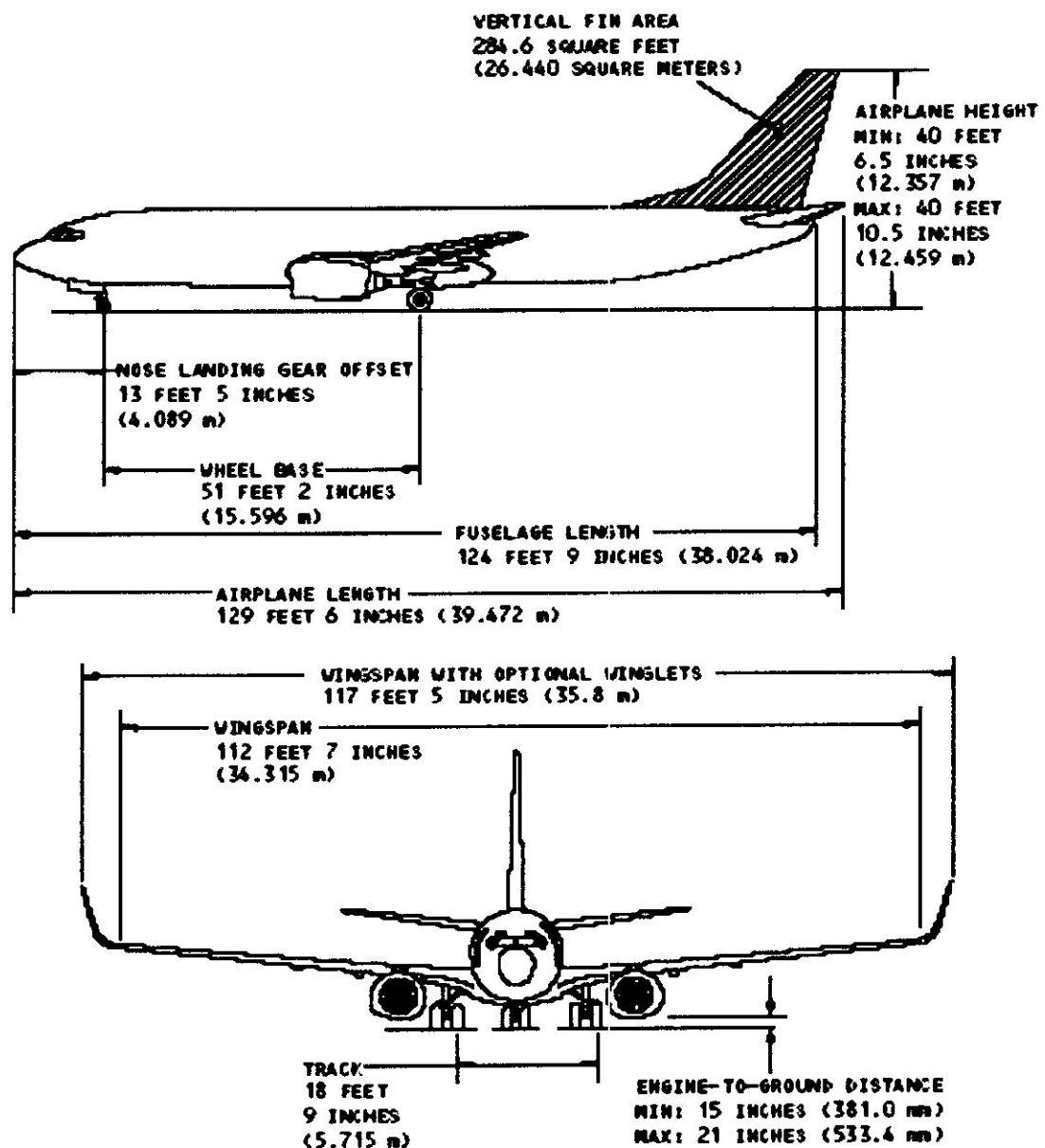


Figure. 3 : Dimensions du B 737-800

## Chapitre 2

# Notions sur le givrage et le dégivrage

## **2.1. Le givrage**

### **2.1.1. Définition**

Le givrage est la formation plus ou moins rapide d'un dépôt de glaces transparente ou opaque, adhérente à certains éléments de l'avion, cette glace peut entraîner la chute de l'avion par alourdissement et déformation de son profil.

L'eau se présente dans l'atmosphère sous les 3 formes : vapeur, liquide, solide. Cette dernière se présente sous les formes suivantes :

- *Verglas* : congélation de gouttes d'eau (brume, pluie ou brouillard) en surfusion sur des objets dont la surface est à une température inférieure à 0°.
- *Neige, Glace, Grésil* : grains translucides ou transparents d'eau gelée.
- *Grêle* : morceaux de glace constitués souvent de plusieurs couches.
- *Gelée blanche* : Condensation au sol ou près du sol sous forme de glace de la vapeur d'eau contenue dans l'air. La température de l'air s'abaissant au voisinage du sol au-dessous de 0°.
- *Givre* : Dépôt de glace se formant, au-dessous de 0°, sur les parties des objets recevant de très petites gouttelettes d'eau en surfusion (nuage ou brouillard) ; il y a congélation dès l'impact, avec des inclusions d'air.

### **2.1.2. Effets de givrage sur l'avion**

Les deux effets principaux se situent au niveau de la cellule et les moyens de propulsion (voir Fig. 4)

#### **a) Effets de givrage sur la cellule**

Les effets du givrage au niveau de la cellule sont nombreux :

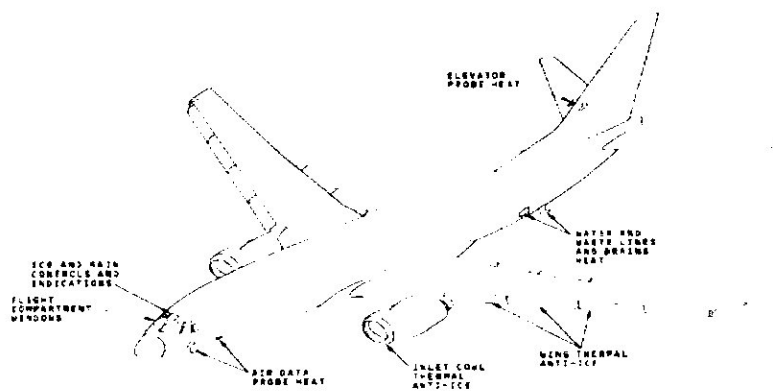
- Opacification des vitres de cockpit implique une mauvaise visibilité.
- Augmentation de la masse présentant des risques.
- Des problèmes de centrage encore plus dangereux car la glace ne se répartit pas uniformément.

## Chapitre 2 : Notion sur le givrage et le dégivrage

- Mise hors service ou informations erronées de certains instruments de bords a prise d'air extérieur (tube de Pitot, sonde d'incidence, sonde de température, ... etc.)
- Antenne mets à la masse et perturbation radio, rupture des mats.
- Difficultés de manœuvre (pouvant aller jusqu'au blocage) de certains ensemble mécaniques vitaux (commandes de vol, train d'atterrissage, bloc de frein, ... etc.)
- Le dépôt de la glace modifiant le profil aérodynamique, modifiant ainsi ses paramètres de vol. Le givrage augmente la traînée et diminue la portance tout en augmentant la consommation. Les profils laminaires actuels supportent moins bien les aspères dues aux dépôts de glaces que leurs ancêtres. Il s'ensuit que, sous l'influence de givrage, l'avion devient plus sensible aux pertes de vitesse et moins maniable.

### **b) Effets de givrage sur les moyens de propulsion**

Le givrage du carburateur se produit par les effets combinés des conditions météorologiques et des phénomènes thermodynamiques à l'entrée d'air des carburateurs. L'admission d'air dans un carburateur produit un phénomène de détente à l'entrée des tubulures d'admission qui abaisse la température de 20° à 25° (voir 30° dans certains cas) cela se traduit par des possibilités de givrage, même à température positive et dans un milieu atmosphérique non sature. Le givrage du carburateur est également possible au roulage.



**Figure. 4 : Les effets du givrage sur l'avion**

## **2.2. Le dégivrage**

### **2.2.1. Définition**

On a imaginé des moyens mécaniques (dégivreurs), thermiques ou chimiques pour combattre le givre, mais il vaut mieux les considérer comme moyens de secours et s'en remettre aux renseignements de la météorologie qui permettent d'éviter sa formation.

Le dégivrage est la méthode qui consiste à enlever la glace, la neige, la neige fondante ou le givre. On distingue différents types de dégivrage :

- Pneumatique.
- Electrique.
- Hydraulique.
- Mécanique.

Le procédé du dégivrage est appliqué sur différents éléments d'un avion. Deux méthodes différentes sont généralement employées :

- Le Dégivrage : où on permet à la glace de s'accumuler avant d'être enlevé !
- L'anti-givrage : est d'empêcher n'importe quelle accumulation de glace.

### **2.2.2. Le dégivrage au niveau des vitres du cockpit**

Pour lutter contre le givrage au niveau des vitres du cockpit, l'avion est muni d'un système de régulation des glaces chauffantes qui sert à enlever le givre et d'empêcher sa formation, pour assurer la visibilité. Ce système est constitué des :

- Résistances chauffantes montées sur les glaces.
- Sondes de température.
- Régulateurs des glaces chauffantes (Window Heat Control Unit)

La figure 5, montre l'emplacement de la résistance chauffante et de la sonde de température au niveau de la glace.

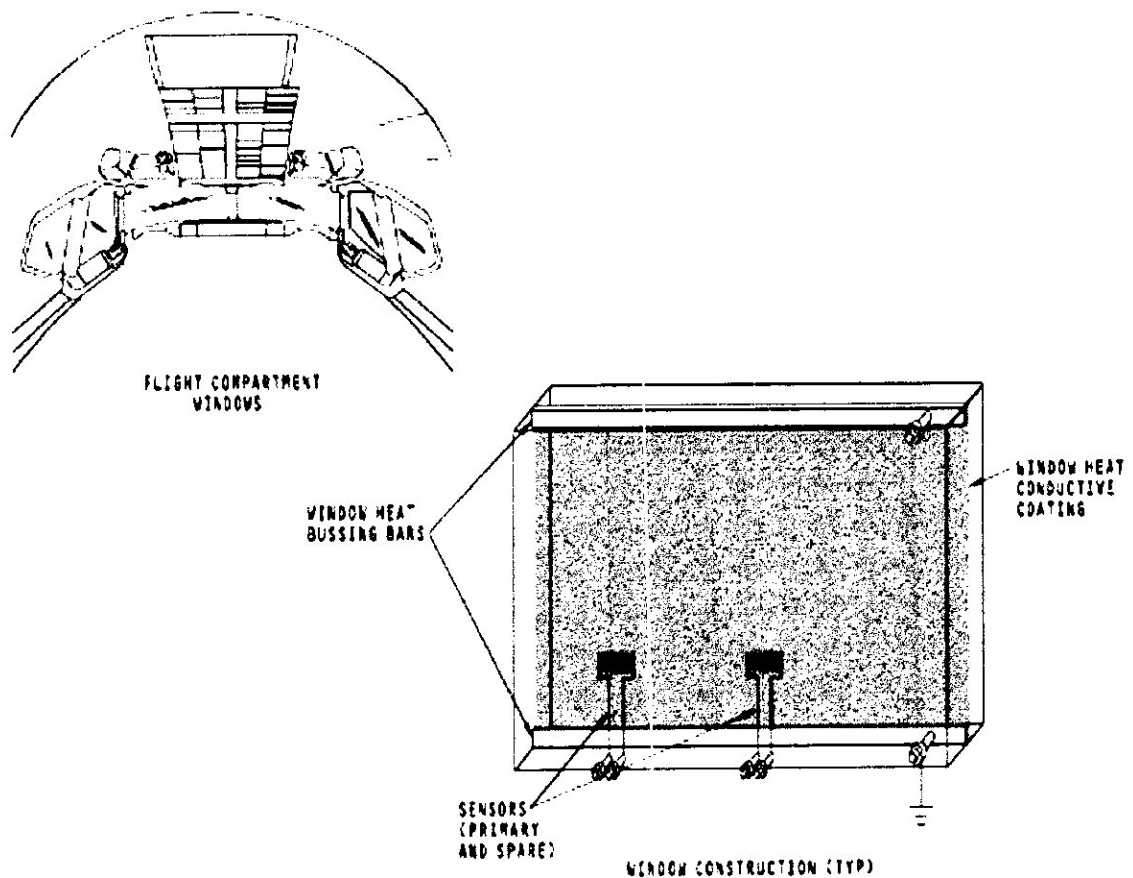


Figure . 5 : L'emplacement de la résistance chauffante et des sondes

Le régulateur des glaces chauffantes(WHCU) est un régulateur qui permet de maintenir la température des glaces avants d'un avion (pare-brise) à une température convenable, d'une façon permanente, afin de lutter contre le givre et ses conséquences. Le pare-brise d'un Boeing 737-800 (NG) est constitué de quatre glaces ; deux glaces frontales et deux glaces latérales. Pour contrôler la température de ces glaces, l'avion B 737-800 possède quatre régulateurs identiques WHCU.

Chaque régulateur a les caractéristiques suivantes :

a) Caractéristiques physiques

- Poids .....4037 grams.
  - Longueur..... 13.57 pousses =345mm
  - Largeur.....3.62 pousses =92 mm (la façade frontale)
  - Hauteur.....5.46 pousses =139 mm (la façade frontale )
- Il fonctionne à l'intervalle de température : -40°F à 120°F (-40°C à 48.88°C)

b) Caractéristiques électriques

les sorties du transformateur de puissance sont représentées sur le tableau suivant

Les pins de sortie	La tension de sortie	
J1-1	271 Volts	Non mentionnés
J1-7	285 Volts	271 Volts
J1-8	298 Volts	285 Volts
J1-14	310 Volts	300 Volts
J1-20	326 Volts	315 Volts
J1-21	344 Volts	331 Volts

Tableau.1 : Les pins de connexion et les tensions de sortie

La puissance d'entrée..... 115 VAC, 400HZ, 21ampers.

La puissance de sortie..... de 1200 Watts à 2330 Watts.

La forme générale de l'accessoire WHCU et sa position sont montrées dans la figure 6.

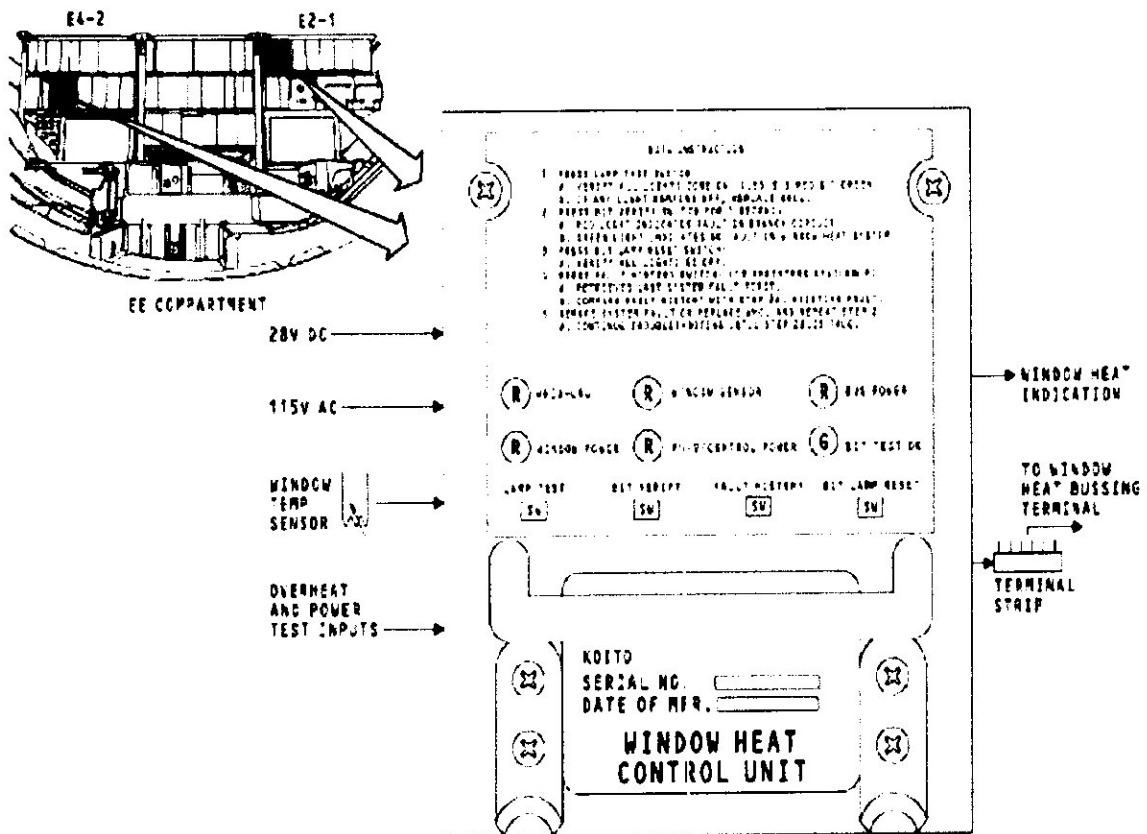


Figure . 6 : La forme générale et la position du WHCU dans la soute électronique



## Chapitre 3

# Régulateur des glaces chauffantes

### **3.1. Description**

Le régulateur des glaces chauffantes de son constructeur KOITO commande la température des glaces avant et du côté du poste de pilotage du Boeing 737-800. Il existe quatre accessoires WHCU identiques à bord, un pour chacune des vitres frontales et un pour chacune des vitres latérales coulissantes.

La puissance de sortie à partir de chaque régulateur est fourni aux résistances chauffantes montées dans les glaces. Cette puissance est commandée à la repense de la température de glace, comme elle est détectée par des sondes incorporées dans les fenêtres. Une gamme de pins de sortie est disponible sur le contrôleur pour tenir compte du raccordement des glaces avec différentes valeurs de résistance chauffantes.

Une rampe progressive de puissance est inclut pour réduire au minimum le choc thermique à une glace froide au début de l'échauffement. Le WHCU assure également la protection de surchauffe pour les glaces, Cette protection coupera l'alimentation des résistances chauffantes et fournira une indication de surchauffe dans le poste de pilotage, lorsqu'une température excessive est détectée.

L'unité de KOITO incorpore également l'opération d'essai intégré (Built-In-Test : BIT) non inclus dans les unités précédentes de control. Le BIT fournit les possibilités pour identifier des pannes dans le système de régulation de la température des glaces qui peut être interne à l'accessoire ou ailleurs dans le système.

### **3.2. Description fonctionnelle (voir figure. 7)**

- Un switch de commande de l'échauffement des glaces dans le poste de pilotage d'avion applique un courant de 115VAC - 400 hertz, au WHCU au pin de connexion J1-5. Si la glace est froide (la résistance de sonde est basse), la puissance sera appliquée aux glaces.

- Quand la puissance est appliquée au début, le WHCU fournit un temps de préchauffage (rampe) pour réduire au minimum les efforts thermiques à la glace. Pendant ce temps de rampe, l'échauffement de la glace est graduellement augmenté jusqu'à la puissance maximale, après approximativement 3 minutes.
- La puissance de sortie est fournie par un transformateur de puissance commandée par des switchs SCR, sous le contrôle des circuits de modulation d'impulsion MID (modulation d'impulsion en durée). Le modulateur MID et les circuits de contrôle sont commandés par le circuit de surveillance de la résistance de la sonde des glaces (circuit de détection d'erreur). La détection de passage à zéro (zero crossing) est employée dans les circuits de commande pour réduire au minimum la déformation des ondes AC (courant alternatif) et pour le filtrage EMI (l'interférence électromagnétique). Les filtres EMI sont également inclus à chaque puissance d'entrée. Six jantes différentes sont disponibles sur le secondaire du transformateur de puissance pour fournir des tensions aux résistances chauffantes.
- Des circuits de détection sont inclus dans le WHCU pour fournir une indication "Power On" dans le poste de pilotage d'avion et pour protéger la glace et le WHCU en cas des échecs de système. Des circuits de protections assurent la détection de : la surchauffe de glace, sonde court-circuitée, sonde ouverte, commande sans chauffage, chauffage sans commande, surchauffe de transformateur, sortie asymétrique, tension sans courant et courant de sortie excessif. Lors de la détection de ces échecs, la puissance est automatiquement coupée de la glace et une indication "Overheat" de surchauffe s'allume sur le panneau de contrôle dans le poste de pilotage.
- Des dispositions d'essai opérationnel sont incluses dans le WHCU permettent de vérifier que le WHCU est capable de fournir la puissance de chauffage à la glace et pour vérifier que le circuit de protection de surchauffe est opérationnel.

- L'accessoire inclut également des circuits pour assurer une opération d'essai (BIT) à l'intérieur du WHCU et aux composants reliés du système. Le circuit BIT détecte des échecs internes au WHCU comme d'autres dans la glace, la sonde, la puissance d'entrée de contrôle, la puissance d'entrée de bus et le câblage associé. Le BIT enregistre également les défauts pour l'analyse après vol et pour l'opération "Troubleshooting"(recherche des pannes). Les résultats de BIT sont présentés par des LEDs sur l'avant de l'accessoire. Des instructions pour opérer le BIT sont présentées sur la façade du WHCU. Le schéma suivant montre les différents étages fonctionnels de l'accessoire.

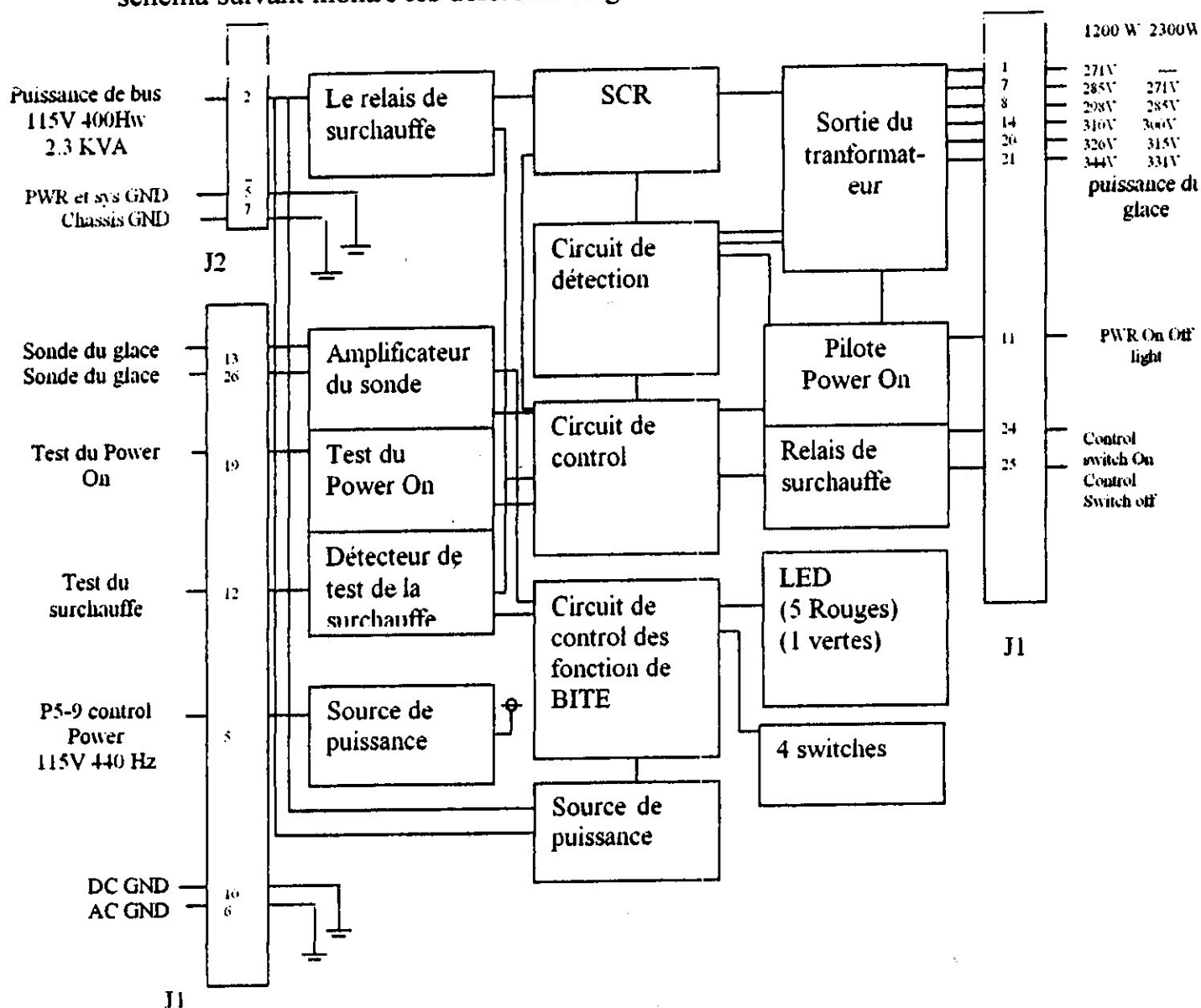


Figure. 7 : Schéma synoptique général de l'accessoire

### **3.3. Le fonctionnement des étages**

#### **3.3.1. L'étage de haute puissance**

##### **3.3.1.1 Les circuits magnétiques (voir figure. 8)**

Les circuits magnétiques de haute puissance, augmentent la tension pour échauffer les glaces.

Le transformateur de puissance T1 augmente la tension d'entrée lorsqu'il est alimenté par les thyristors de puissance (SCR). Il y a six pins de connexion à la sortie (de S2 jusqu'à S7), qui peut varier de la tension 271 volts jusqu'à 344 volts. Le transformateur T1 fonctionne seulement, quand la puissance d'échauffement est appliquée, le relais de protection K1 est fermé et le switch d'alimentation est en position On.

Le transformateur T2 est employé comme un transformateur de courant pour détecter le courant d'entrée passant par T1.

Les transformateurs A0T1, A0T2, et A0T3 sont des transformateurs d'impulsions qui sont commandés par les circuits de contrôle dans chaque passage à zéro du courant passant par T1. La sortie des transformateurs d'impulsions met en marche le thyristor et le maintient en état passant jusqu'à ce que le courant direct soit réduit à moins que le courant de maintien (holding current) du thyristor.

##### **3.3.1.2. Le relais de surchauffe**

Le relais de surchauffe K1 est normalement ouvert, il fonctionne quand on applique la puissance de contrôle. Si les circuits de commande détectent un échec quelconque de ces conditions ci-dessous, le relais est désactivé et le WHCU se met à l'arrêt.

- Sonde (sensor) court-circuitée.
- Sonde ouverte.
- Surchauffe de glace.
- Courrant excessif.
- Commande sans chauffage.
- Chauffage sans commande.

- Surchauffe du transformateur.
- Sortie asymétrique.
- ~~Tension sans courant~~
- Voltage sans courant et courant de sortie excessif.

### 3.3.1.3 Les thyristors (voir figure. 8)

Les thyristors (de SCR1 jusqu'à SCR6) dont lesquels passent les deux alternances contrôlées, sont reliées dans un arrangement bi-directionnel/parallèle. Les thyristors sont commandés par les transistors de commande et leurs circuits associés.

Les thyristors fournissent un passage de courant pour l'alternance positive et négative du courant d'entrée. Quand le thyristor devient passant, le courant traverse la branche primaire du transformateur T1, excitant la bobine secondaire du T1.

Les thyristors deviennent en état On par le courant des transformateurs d'impulsions (A0T1, A0T2, A0T3), à chaque passage à zéro du courant d'entrée.

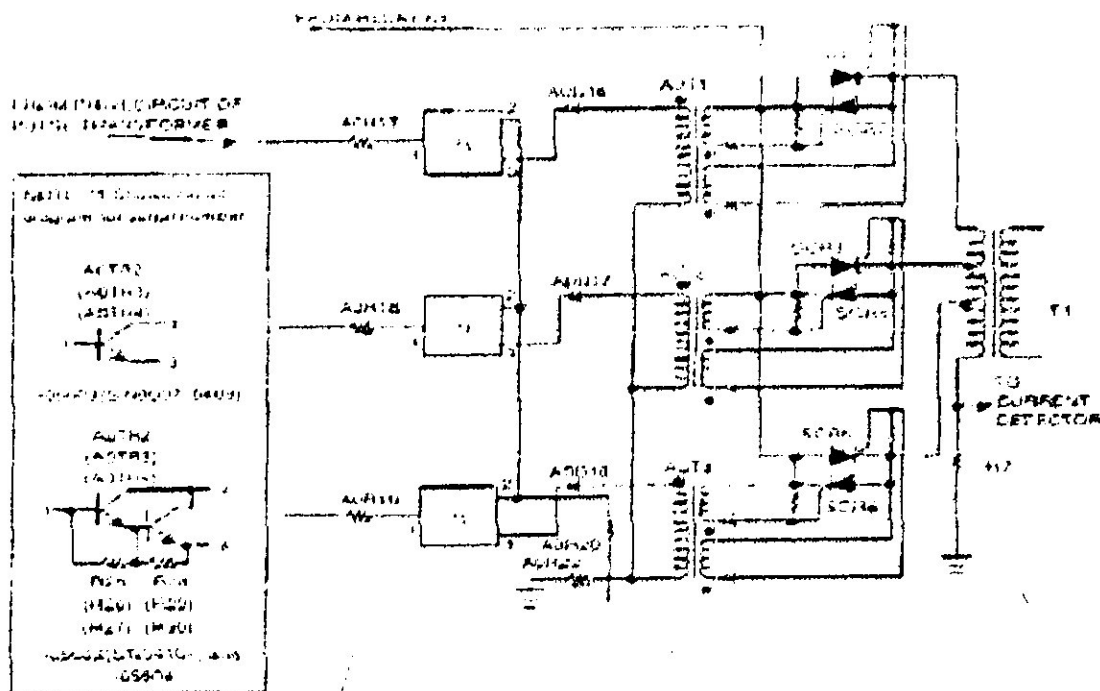


Figure. 8 : Les commandes des thyristors

### 3.3.1.4 Le détecteur de courant excessif (voir figure. 9)

Le courant passant dans la branche primaire du transformateur T1 est surveillé à travers la résistance R7. Quand cette valeur dépasse le seuil déterminé par les résistances A2R31 et A2R31, le circuit intégré A2IC3 devient passant. A ce moment, A2IC3 transmet un signal de déclenchement du relais K1.

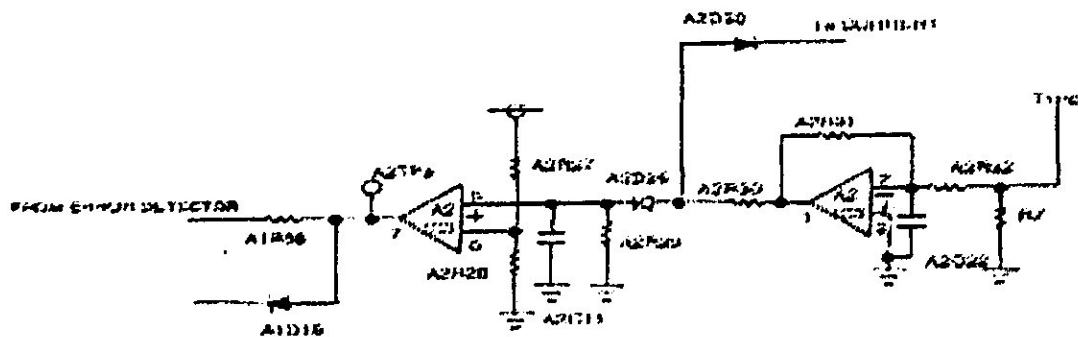


Figure. 9 : Le détecteur de courant excessif

### 3.3.2 Les circuits de control

#### 3.3.2.1 Le détecteur d'erreur (voir figure 10)

Le détecteur d'erreur est un pont de Wheatstone, il se compose des résistances A1R1, A1R2, A1R3, A1R13 et A1R23. A1R15 et A1R5 sont choisis dans l'essai pour équilibrer le pont lorsque la résistance de sonde est de 336.5 ohms. Pendant que la résistance de sonde change, le pont devient non équilibré et la différence de tension entre le nœud A et B du schéma de figure 10 augmente ou diminue, et par conséquent, la température de pare-brise, accroît ou diminue. Quand la résistance de sonde augmente, la tension du nœud A augmente par rapport au nœud B. De même, quand la température diminue, la tension de nœud A diminue par rapport au nœud B.

### 3.3.2.2 L'amplificateur d'erreur (voir figure 10)

Les sorties du pont sont transmises à un amplificateur. Ce dernier a un gain élevé pour les tensions de l'entrée qui correspondent à l'intervalle normal de la température contrôlée. Ceci fournit une bonne sensibilité et un gain élevé pendant le fonctionnement normal. Quand la tension à l'entrée de l'amplificateur dépasse l'intervalle normal de la température, son gain se réduit pour l'élargir. Ainsi, la tension de sortie de l'amplificateur d'erreur est proportionnelle avec la résistance de sonde et à la température de pare-brise. L'amplificateur d'erreur se compose du circuit intégré A11C1 et ces composants. Le condensateur A1C2 filtre l'erreur d'amplification. La sortie de l'amplificateur est envoyée au modulateur d'impulsion MID à travers la résistance A1R7.

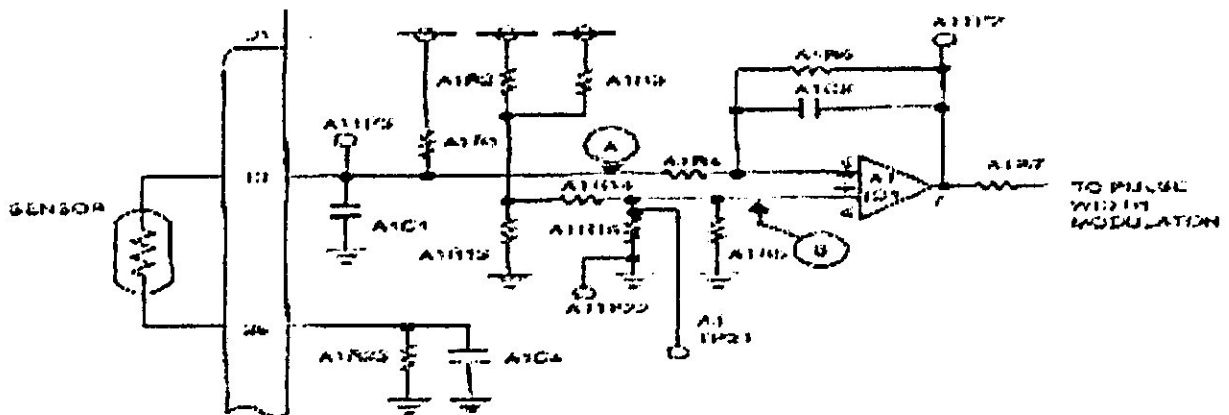


Figure. 10 : Le détecteur d'erreur et l'amplificateur d'erreur



### 3.3.2.3 Le générateur de rampe et le dépassement (voir figure 11)

Un générateur de rampe qui dépasse la sortie de l'amplificateur d'erreur et prévoit une augmentation progressive de la demande de puissance, est incorporé dans l'unité. Ceci fournit un préchauffage lent du pare-brise quant la puissance est d'abord appliqué.

Le générateur de rampe est un intégrateur opérationnel consistant de d'amplificateur A2IC2 et ses circuits associés.

La sortie du générateur de rampe est couplée à l'amplificateur d'erreur par la diode A2D4. La possibilité de décroissement du courant de l'amplificateur de rampe est plus grande que de suivre le signal de l'amplificateur d'erreur passant par la résistance A1R7. Pendant le préchauffage, la sortie de l'amplificateur d'erreur est plus grande que celle du générateur de rampe; alors que l'entrée au modulateur d'impulsion (MID) suit le générateur de rampe. Quand la sortie du générateur de rampe devienne plus grande que celle de l'amplificateur d'erreur. La figure. 11 montre ce qui se passe entre les deux signaux de l'amplificateur d'erreur et le générateur de rampe.

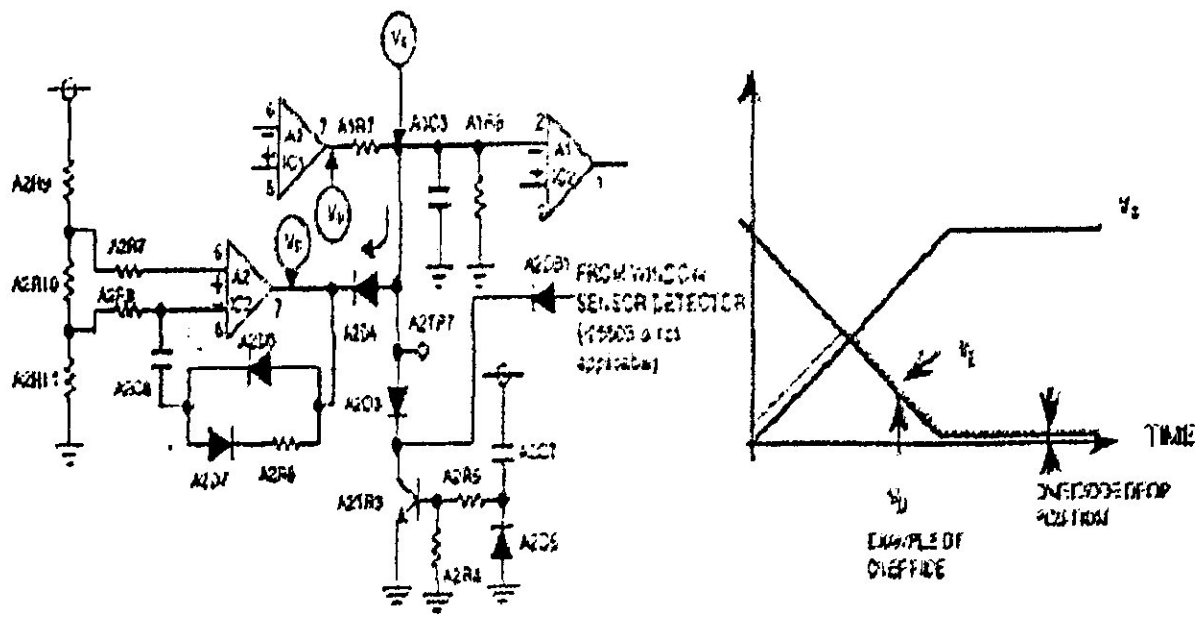


Figure.  
11: Le générateur de rampe et Le dépassement

### 3.3.2.4 Le détecteur du passage à zéro (voir figure 12)

Le thyristor est mis en marche à chaque passage à zéro du courant d'entrée, pour réduire au minimum la déformation et l'interférence électromagnétique des ondes. Le transistor A0TR1 est le détecteur du passage à zéro qui est employé pour synchroniser les circuits de contrôle. A0TR1 devient passant à chaque fois, lorsque le signal d'entrée passe par le zéro dans le sens de l'alternance négative. La sortie de A0TR1 est transmette par l'intermédiaire de l'inverseur A0IC4 aux circuits de contrôle.

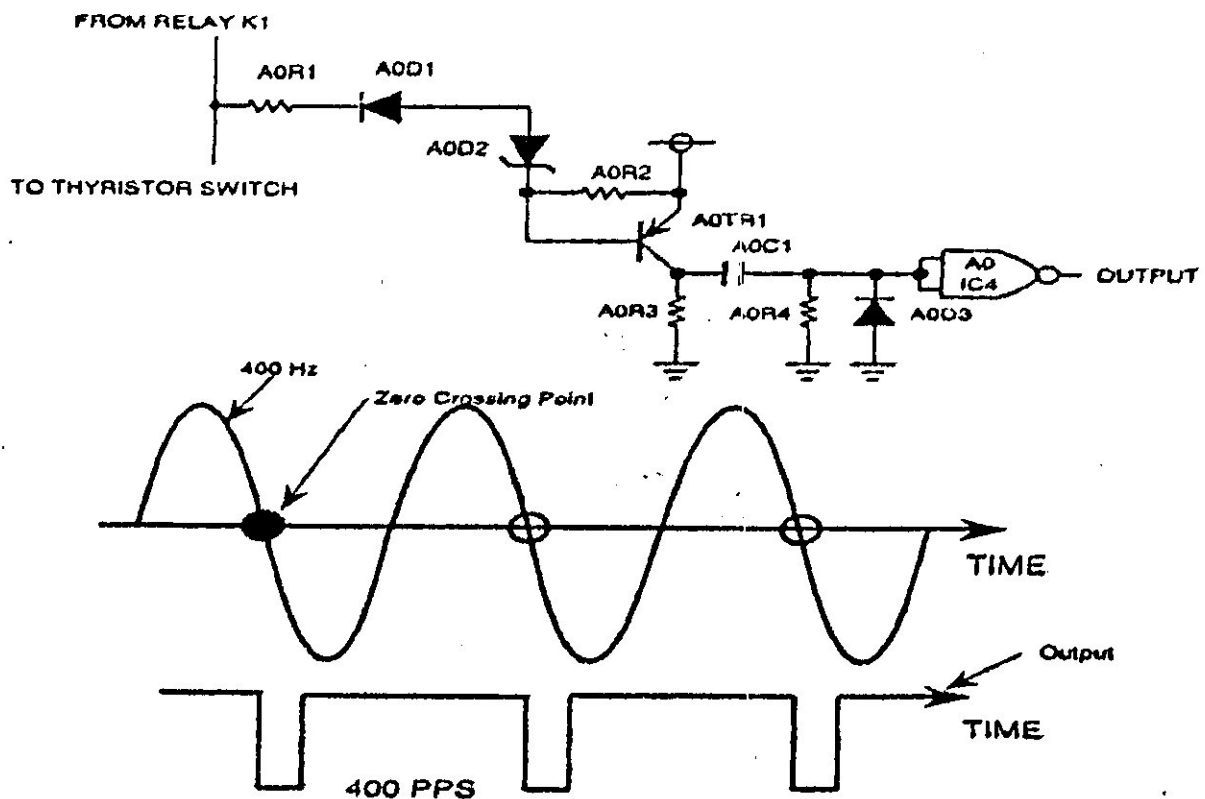


Figure .12 : Le détecteur de passage à zéro

### 3.3.2.5 Le générateur des signaux triangulaires (voir figure 13)

Le circuit intégré A1IC4 et ses circuits associés produisent un signal triangulaire de fréquence constante, déterminée par la résistance A1R34 et le condensateur A1C5. Le signal triangulaire est amplifié par A1IC2, cette sortie (pin 7) du circuit A1IC2 est envoyé au modulateur d'impulsion (MID), passant par le pin 3 du même circuit.

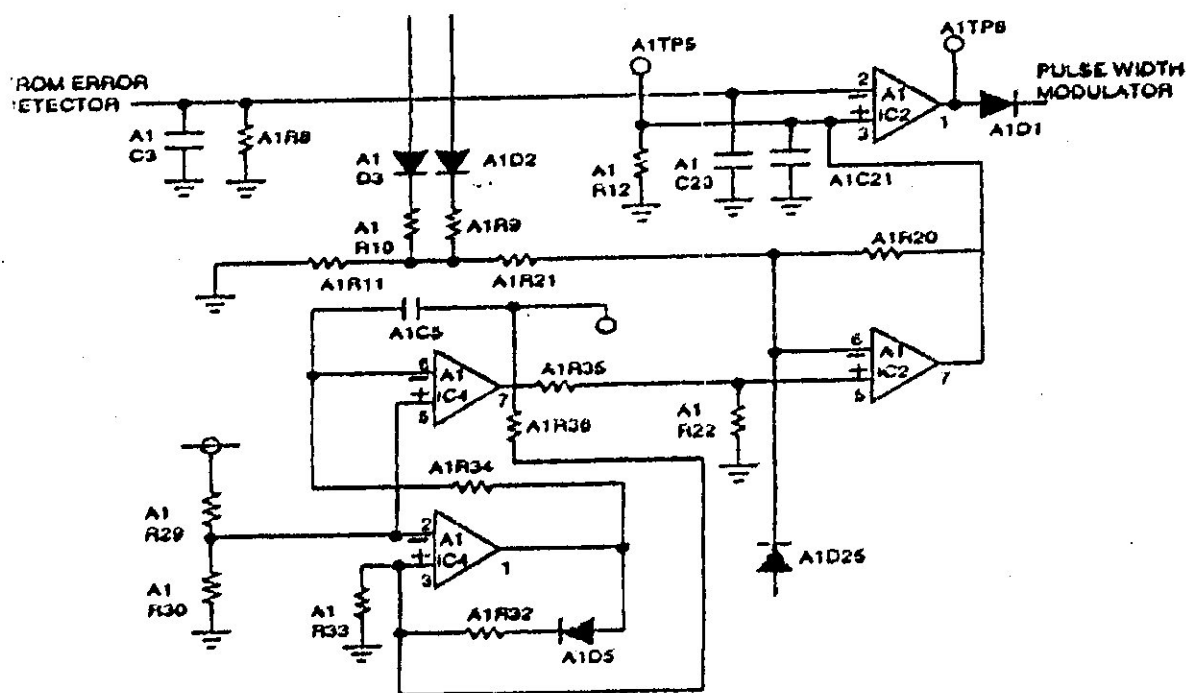


Figure 13 : Le générateur des signaux triangulaires

### 3.3.2.6 Le modulateur d'impulsion MID (voir figure 13 et 14)

Le modulateur d'impulsion (MID) se compose du circuit A1IC2 et les composants associés. La figure 14 montre un exemple de modulation (MID). Au circuit intégré A1IC2, le signal triangulaire de référence est comparé avec le signal d'erreur venant de A1IC4. La comparaison résulte un signal modulé en durée (MID). Quand la température du pare-brise est haute, la durée de l'application de puissance (la durée d'échauffement) aux glaces est courte. Quand la température est basse, la durée de l'application de puissance est longue. Cette action fournit le control proportionnel de la température de glace.

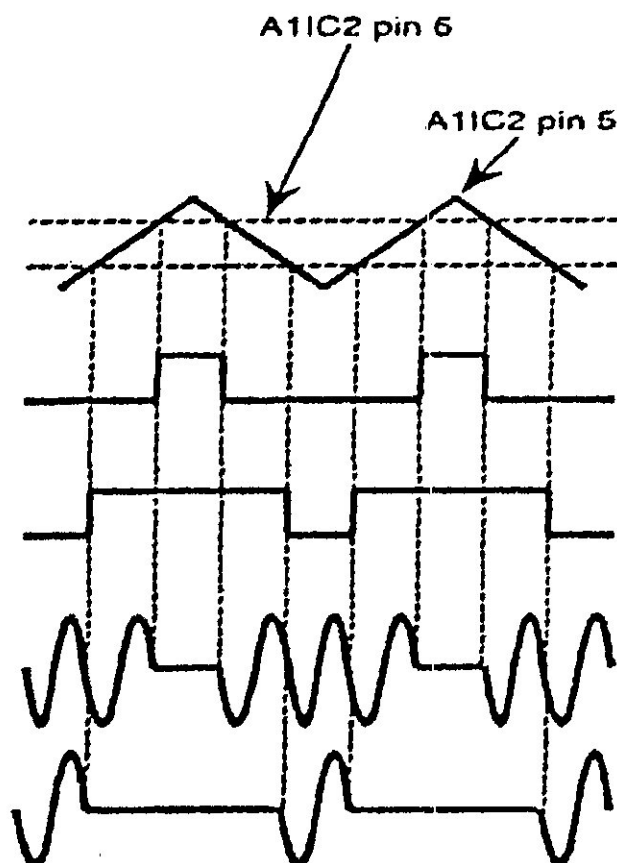


Figure. 14 : La sortie du modulateur MID

### 3.3.2.7 Les sources d'alimentation (voir figure. 15 et 16)

Le transformateur T3 est alimenté, toutes fois quant la puissance de contrôle est appliquée à l'accessoire. La puissance pour les circuits de contrôle est fournie à partir de la bobine secondaire de T3, comme représenté dans le schéma de la figure 15.

La sortie de la bobine secondaire de T3 est un signal redressé complètement et filtré par les diodes A2D1, A2D2 et les condensateurs A2C3 et A2C4 pour fournir une tension +V, d'environ 22 VDC(courant direct). Cette tension est employée pour fournir des impulsions d'amplitude suffisante pour rendre les thyristors en marche et en arrêt. La tension +V est encore réduite et réglée par A2IC1, A2TR1 et A2TR2 pour fournir +15 VDC. Cette tension régulée alimente le reste des circuits de contrôle.

L'inductance A2L1 et le condensateur A2C5 assurent le filtrage de la puissance d'entrée et réduisent au minimum l'interférence électromagnétique (EMI) dans la section d'alimentation.

Le transformateur T4 est alimenté, toutes fois que la puissance d'échauffement est fournie à l'accessoire. La puissance pour les circuits de BIT est fournie à partir de la bobine secondaire de T4, comme représenté sur le schéma de la figure 16. Les régulateurs de tension A4IC1 et A4IC2 fournissent un courant de 15VDC et 5VDC, respectivement pour l'usage dans le microprocesseur et les portes logiques des circuits de BIT.

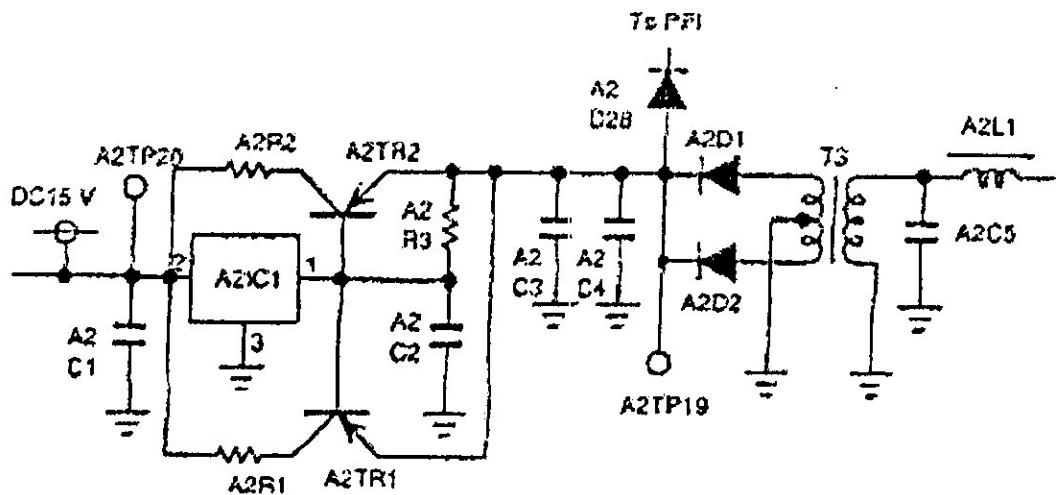


Figure. 15 : La source d'alimentation n°1

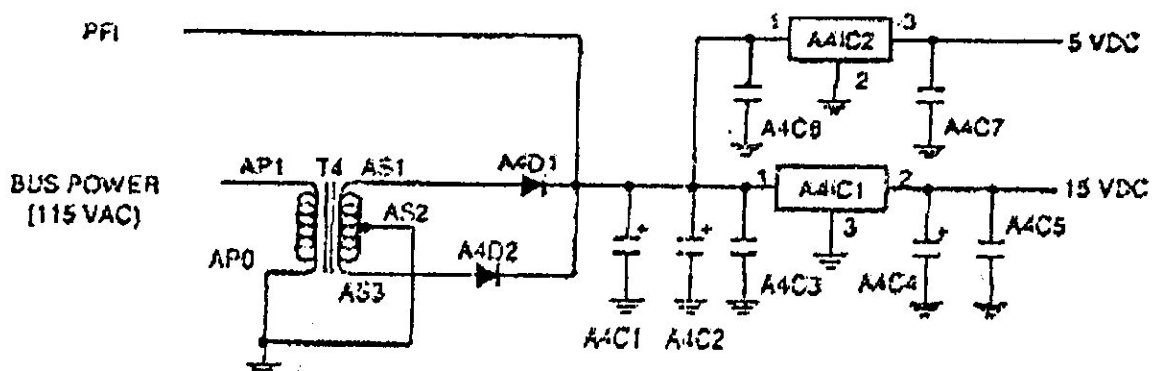


Figure. 16 : La source d'alimentation n°2

### **3.3.3 Les circuits de protection**

#### **3.3.3.1 La détection de la court-circuitée de sonde (voir annexe 2)**

Le circuit intégré A1IC6 (le détecteur de la sonde court-circuité) fonctionne comme un comparateur. Quand la résistance de sonde est réduite à 100 ohms ou moins, la sortie de A1IC6 passe à 1. Le niveau élevé de cette sortie est transmis à travers A1D41, et A1IC8. Après un certain retard, produit par A1IC9, la sortie de A1IC8 et la sortie de A1IC11 deviennent élevées mettant le transistor A1TR7 en état passant. Il en résulte le blocage de A1TR3 et en coupant la puissance primaire du relais, K1. A ce moment, l'échauffement des glaces s'arrête. La puissance de chauffage étant coupée par le déclenchement du relais K1, l'indication 'Power On' s'éteint et l'indication de surchauffe 'Overheat' s'allume. La détection de la court-circuitée de sonde fonctionne si la résistance de sonde est moins de 100 +/-10 ohms.

#### **3.3.3.2 la détection d'ouverture de sonde (voir annexe 2)**

Le circuit A1IC5 (le détecteur d'ouverture de sonde) fonctionne comme un comparateur. Quand la résistance de sonde est augmentée jusqu'au 400 ohms ou plus. La sortie de A1IC5 passe à 1. Le niveau élevé de cette sortie est transmis par A1IC7, A1D10, et A1IC8. Après un certain retard, produit par A1IC9, la sortie de A1IC8 et la sortie de A1IC11 deviennent élevées mettant le transistor A1TR7 en état passant. Il en résulte le blocage de A1TR3 et en coupant la puissance primaire du relais K1. A ce moment l'échauffement des glaces s'arrête. La puissance de chauffage étant coupée par le déclenchement du relais K1, l'indication 'Power On' s'éteint et l'indication de surchauffe 'Overheat' s'allume. La détection d'ouverture de sonde fonctionne si la résistance de sonde est plus que 400 +/- 10 ohms.

#### **3.3.3.3 La détection de surchauffe de glace (voir annexe 2)**

Le circuit A1IC3 (le détecteur de surchauffe de glace) fonctionne comme un comparateur. Quand la résistance de sonde dépasse 363 +/- 5 ohms, la sortie de A1IC3 passe à 0 et l'inverseur A1IC7 passe à 1. Quand la sortie de A1IC7 pin3 (borne 3) est à 1 et le courant de sortie est présent, la sortie de A1IC8 passe à 1.

Ce signal va rendre le circuit de contrôle du relais K1 en état d'arrêt, en passant du même circuit, comme dans le cas de la sonde court-circuitée. Le relai K1 s'ouvre et coupe la puissance d'échauffement du transformateur T1, allumant la lampe 'Overheat' et éteignant la lampe 'Power On'.

#### **3.3.3.4 Le détecteur de courant excessif (voir figure 9)**

La sortie du détecteur de courant excessif, fournit un signal passant par A1D18, pour arriver au circuit A1IC8 et A1IC9, afin de déclencher le relais K1 comme il est décrit pour le détecteur de la résistance de sonde.

#### **3.3.3.5 Commande sans chauffage (voir figure. 17, 18 et 19)**

##### **➤ Le détecteur de la demande d'échauffement (voir figure. 17 et 19)**

La présence du signal de la demande d'échauffement est détectée, en surveillant les circuits de contrôle de sortie, aux bornes de A1IC3, pins 1 et 7. Le circuit A1IC10 est utilisé pour détecter la présence d'une demande d'échauffement. La sortie de A1IC10 est combinée avec un signal de fermeture de K1, au circuit A1IC8 et envoyé à travers le circuit A1IC9, vers A1IC12 pin 6. En ce moment, le signal de la commande d'échauffement est additionné (addition par les portes logiques) avec un signal, qui est produit par le circuit de détection du courant, utilisé pour indiquer que la chaleur est fournie à la glace.

##### **➤ Le détecteur de courant (voir figure. 18 et 19)**

La sortie du détecteur de courant est fournie – en détectant un courant du transformateur T2 – à travers le comparateur A2IC11, le phototransistor A2IC4 et la bascule A2IC10. Si le courant est présent, un signal élevé est envoyé vers l'inverseur A1IC7 (fig. 19) à lequel, il fournit un signal bas qui entre dans la porte logique A1IC12 (porte 'ET') par le pin 5, empêchant le signal de sortie de déclencher le relais K1. Si la demande était indiquée, mais aucun courant n'a été détecté, le signal de déclenchement de K1 sera produit, coupant l'échauffement du WHCU.

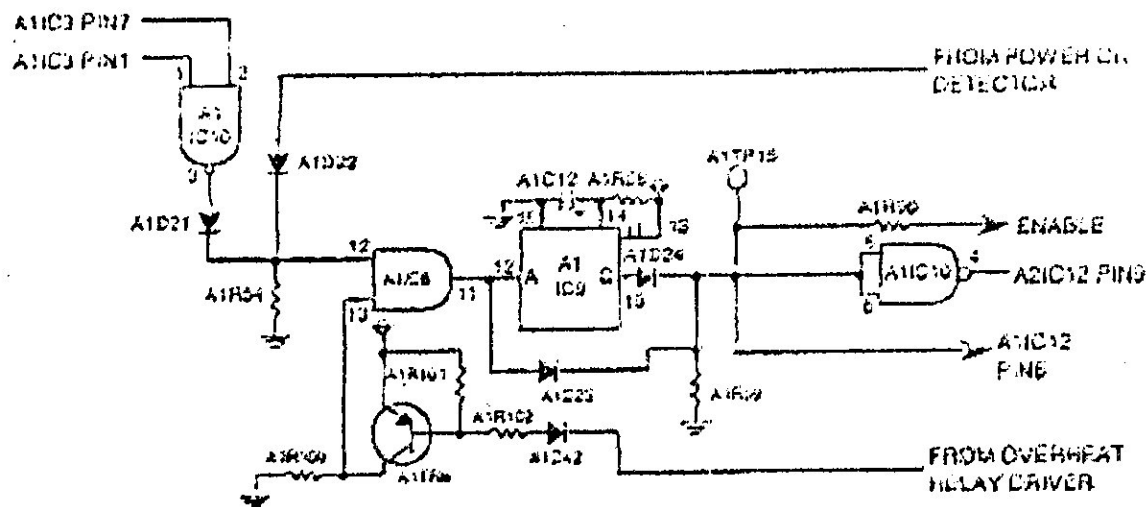


Figure. 17 : le détecteur de la demande d'échauffement

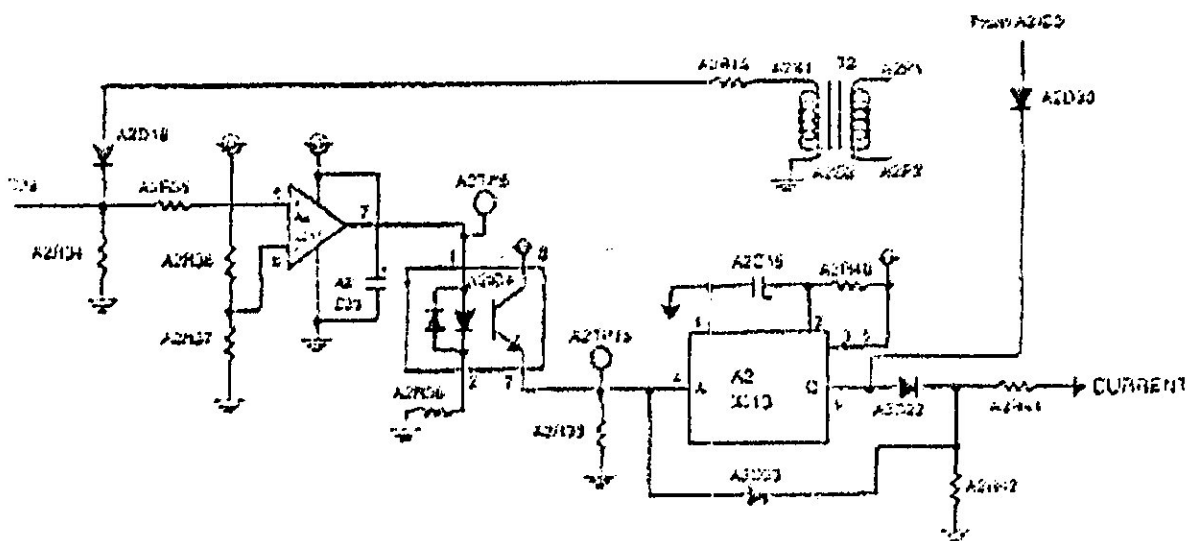
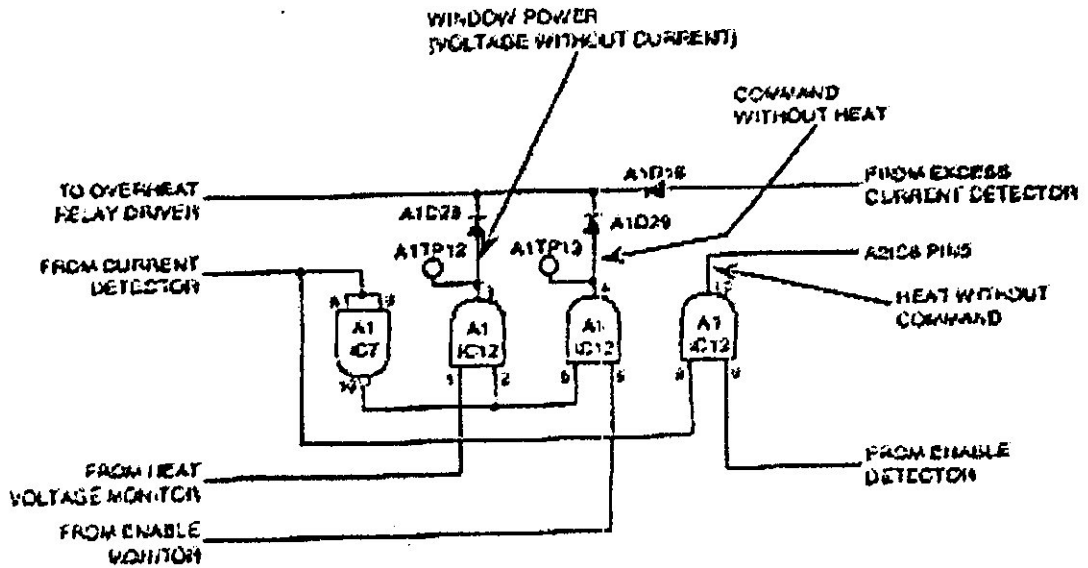


Figure. 18 : le détecteur de courant





**Figure.19 : le détecteur de commande sans chauffage et chauffage sans commande**

### 3.3.3.6 Chauffage sans commande (voir figure. 17 et 19 )

Le circuit de la protection en cas d'échec 'chauffage sans commande', utilise le détecteur de la demande d'échauffement et le détecteur de courant décrits ci-dessus. Le signal de la demande d'échauffement est inversé par A1IC10 et envoyé vers A1IC12 au pin 9 où il est additionné avec le signal du détecteur de courant. Si le courant est détecté mais aucun signal de demande est présent, la sortie de A1IC12 pin 10 passe à 1 et fournit un signal de déclenchement de K1 passant par A1IC8 et les circuits de déclenchement de K1 décrits précédemment.

### 3.3.3.7 Surchauffe de transformateur (voir figure 20)

La température du transformateur de puissance T1, est surveillée par le thermistor TH1 placée sur le transformateur. Le comparateur A3IC10 détecte le cas d'une surchauffe. Si une surchauffe existe, la sortie de A3IC10 est envoyée au phototransistor A1IC14 et au diode A1D30 pour arriver aux circuits de

déclenchement du relais K1, ayant pour résultat l'arrêt de fonctionnement de l'accessoire.

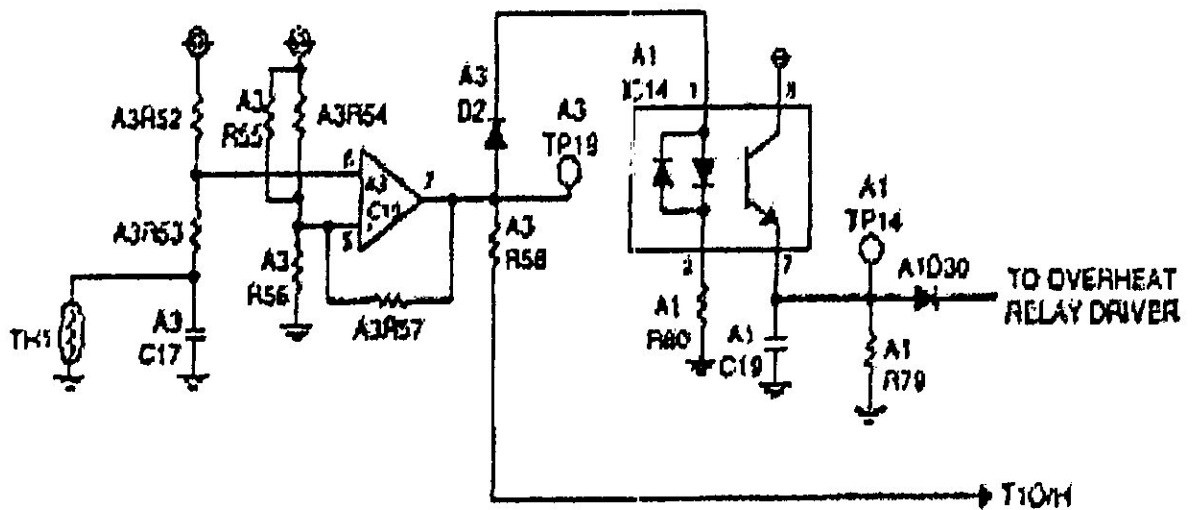


Figure. 20 : Le détecteur de surchauffe du transformateur

### 3.3.3.8 Sortie asymétrique (voir annexe 3)

L'entrée au transformateur de puissance T1, est surveillée pour que la non-symétrie soit détecté, par la détection des pertes possibles des signaux d'entrée. Ceci est accompli, en comparant les niveaux de tension des deux alternances, à partir de la borne P1 du transformateur T1.

Le niveau de tension de chaque alternance est surveillé par le phototransistor A2IC5, le compteur A2IC6 et les composants associés. Si un résultat asymétrique est détecté, un signal est envoyé au circuit de déclenchement du relais K1 par l'intermédiaire du retardateur A2IC9 et l'inverseur A2IC8.

### 3.3.3.9 Tension sans courant (voir figure 19 et annexe 3)

La présence de la tension à l'entrée du transformateur T1, sans le passage du courant, est surveillée pour détecter la possibilité d'une ouverture existante dans les résistances chauffantes des glaces ou son câblage. Ceci est accompli en surveillant la présence de la tension primaire sur le T1, en utilisant un signal du circuit de détection de l'asymétrie et de la bascule A2IC10. La sortie du A2IC10

est envoyée vers A1IC12 pin 1 (fig. 19) où elle est additionnée avec la sortie du détecteur de courant au pin 2 du circuit A1IC12. Si la tension est présente à la borne primaire du T1, mais aucun courant passe, la sortie du A1IC12 pin 3 passera à 1 et résulte le déclenchement du relais K1, ainsi que l'arrêt de la puissance de l'accessoire.

#### **3.3.3.10 Le détecteur de 'Power On' (voir figure. 21)**

Le transformateur T2 détecte le courant d'échauffement circulant dans T1. L'amplificateur opérationnel A2IC2 est son circuit associé acte comme un comparateur, dont les états indiquent si la puissance d'échauffement passe ou non. Pendant l'application initiale de la puissance, la sortie du A2IC2 devienne haute. Cette sortie se transmette vers les résistances A2R18 et A2TR5, pour empêcher le transistor A2TR7 qui contrôle la lampe 'Power On'. Quand la puissance d'échauffement commence à dissiper, le signal de A2IC2 rampe vers le bas et finit en état bas.

#### **3.3.3.11 Le circuit de commande de la lampe 'Power On' (voir figure. 21)**

Une lampe externe 'Power On' s'allume, toutes fois que l'accessoire fonctionne correctement et la puissance d'échauffement passe. Le circuit qui commande la lampe se met en court-circuit, et exige un train d'impulsion dynamique pour allumer la lampe. Une fois, on passe à l'état 'On', le circuit se bascule dans l'état 'On', mais il peut être arrêté par le détecteur 'Power On'.

Le train d'impulsion est obtenu à partir de la sortie de A0IC1 pin 6, qui produit une impulsion de 400 hertz.

Le circuit qui commande la lampe, comprend le transistor de verrouillage A2TR6, le transistor A2TR7 de commande de lampe, le transistor de neutralisation A2TR5 et les composants associés.

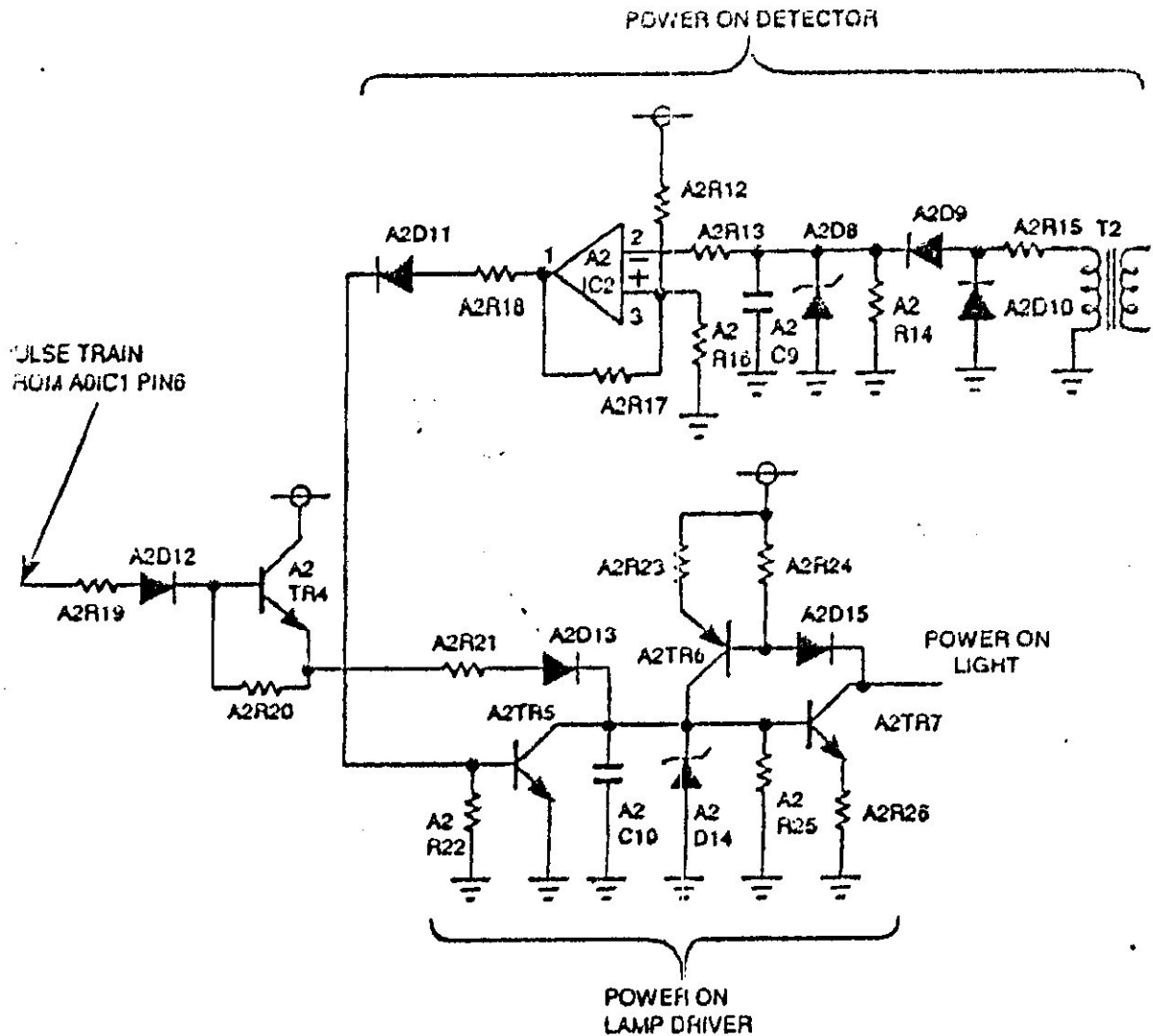


Figure. 21 : Le détecteur 'Power On' et le circuit commandant la lampe 'Power On'

### 3.3.4 Les dispositions d'essai

Les dispositifs pour examiner le bon fonctionnement et la protection contre le surchauffe, ont été incorporés dans le WHCU. Ces dispositions d'essai sont fournies pour l'usage – sous des conditions – quand la température de glace est dans l'intervalle normale. Le circuit d'essai se compose des transistors A1TR4, A1TR5, A1TR6 et leurs composants associés.

#### 3.3.4.1 L'essai 'Power On' (voir annexe 4 et figure. 23)

Le dispositif du test 'Power On' est disponible à travers la jonction J1-19. Quand J1-19 est reliée à la masse, A1TR4 devient passant et A1IC13 se passe à l'état Off. L'amplificateur opérationnel (intégrateur) se compose de A1IC6 et les

circuits associés constituant un générateur de rampe pour ce test. La sortie de A1TR4 et A1IC13 pin 8 dépasse la sortie de l'amplificateur d'erreur et force le passage en état On des circuits de contrôle. Le signal triangulaire de A1IC2 pin 7 sera alors dans l'état 'a' et la sortie de l'amplificateur d'erreur et du générateur de rampe sera dans l'état 'c', comme représenté sur la figure 23. Les circuits de contrôle de sortie maintiennent les transistors A0TR2, A0TR3 ou A0TR4 en état On. Ainsi, indépendamment de l'état de la sonde, la puissance sera demandée, à moins que la sonde indique une surchauffe, la puissance passera et la lampe 'Power On' s'allume. Si la résistance de sonde indique une surchauffe, le détecteur de surchauffe déclenchera le relais, alors aucune puissance d'échauffement ne va passer et la lampe de surchauffe s'allume.

#### **3.3.4.2 L'essai de surchauffe (voir annexe 4)**

La provision d'essai de surchauffe est disponible à la jonction J1-12. Quand J1-12 est relié à la masse, A1TR1 devient conduit. A1TR1 déséquilibre le pont, faisant l'amplificateur d'erreur pour indiquer une surchauffe, qui est détectée par le détecteur de surchauffe. En même temps, A1TR2 est aussi conduit, qui fait exiger le modulateur d'impulsion MID pour demander la puissance. Cependant, si l'unité fonctionne correctement, aucune puissance d'échauffement ne va passer, la lampe de surchauffe s'allume et la lampe de 'Power On' s'éteint.

### **3.3.5 Les circuits de contrôle de la sortie (voir figure. 22 et 23)**

#### **3.3.5.1 Le détecteur d'état (voir figure. 22 et 23)**

Le circuit A1IC3 fonctionne comme un comparateur qui détecte l'une des trois états de la sortie de A1IC1, qui sont a, b ou c. Tout ça, est représenté sur la figure 22 et 23. Quand la sortie de A1IC1 est dans l'état 'a', les sorties de A1IC3 pin 1 et pin 7 passent à 1. Dans l'état 'b', la sortie de A1IC3 pin 1 est basse et la sortie du A1IC3 pin 7 est haute. Dans l'état 'c', les sorties de A1IC3 pins 1 et 7 sont basses.

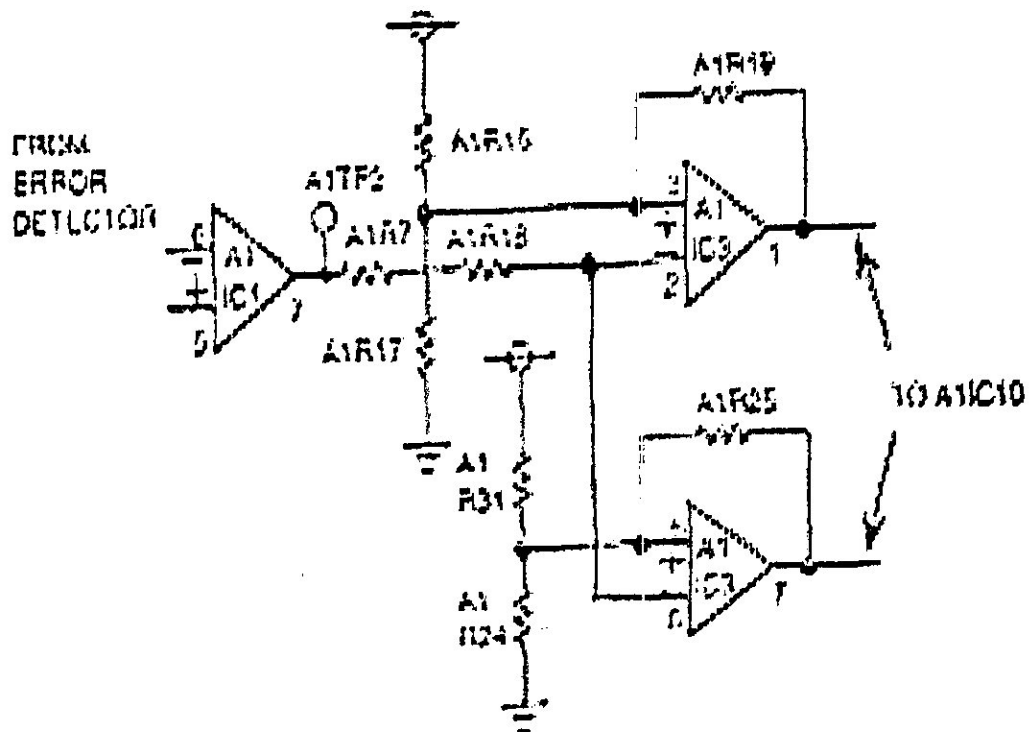


Figure. 22 : Le détecteur d'état du circuit de contrôle de sortie

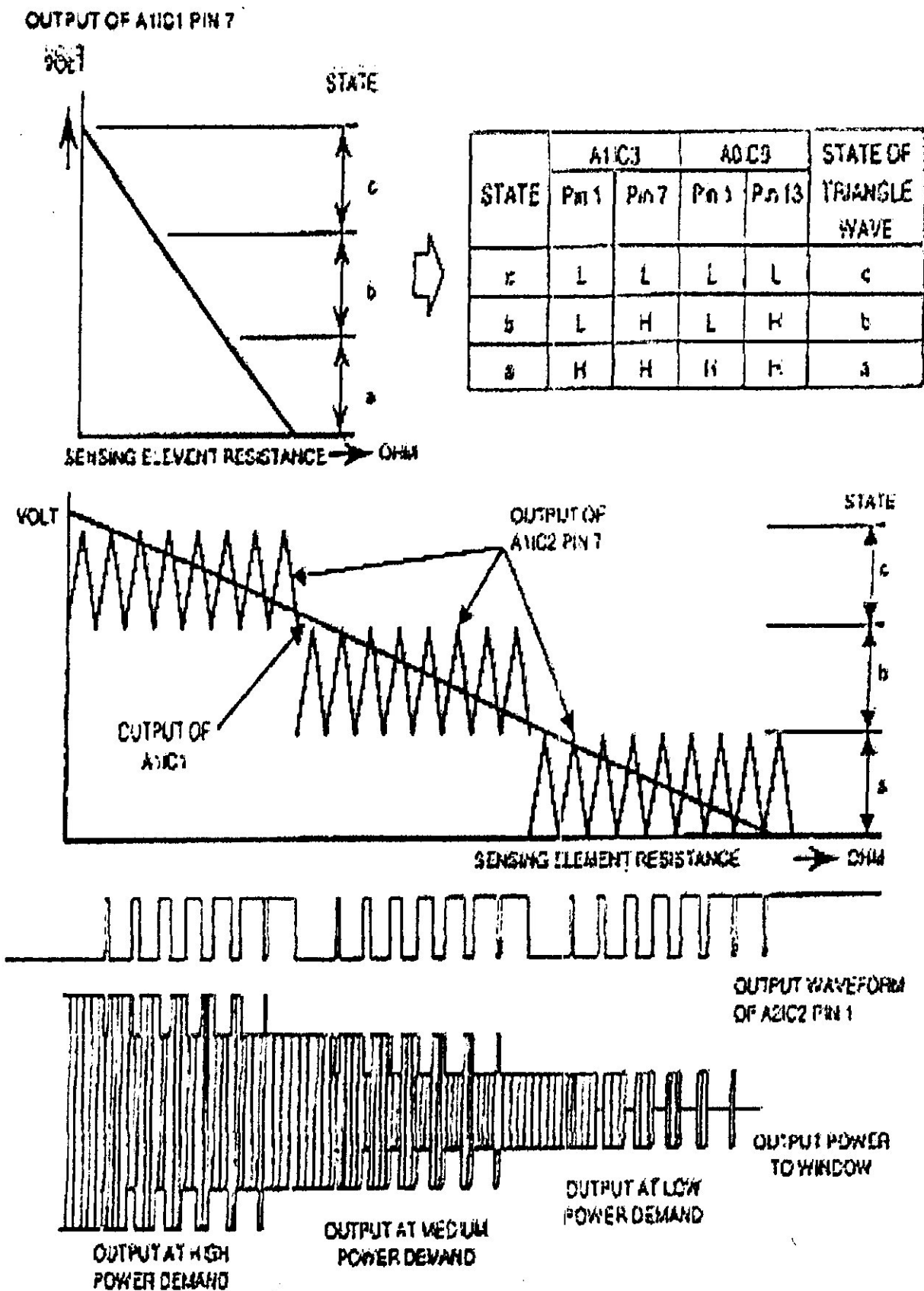


Figure. 23 : la sortie du détecteur d'état

### 3.3.5.2 Le détecteur de la tension moyenne (voir figure. 24)

La sortie de A1IC1 est appliquée à A1IC3 par A0IC7, A0IC8 et A0IC9. Le circuit A1IC2 détermine la tension moyenne du signal triangulaire qui est produite par A1IC4. le circuit A1IC2 fonctionne comme un soustracteur, quand la sortie de A0IC9 pin1, est haute et la sortie de A0IC9 pin 13, est également haute, le signal triangulaire de A1IC2 de pin 7 est dans l'état 'a'. (Voir fig. 23). Quand la sortie de A0IC9 pin 1, est basse et la sortie de A0IC9 pin 13 est haute, la sortie de A1IC2 pin 7 est dans l'état 'b'. Quand la sortie de A0IC9 pins 1 et 13 sont les deux basses, la sortie de A1IC2 pin 7 est donc en état 'c'.

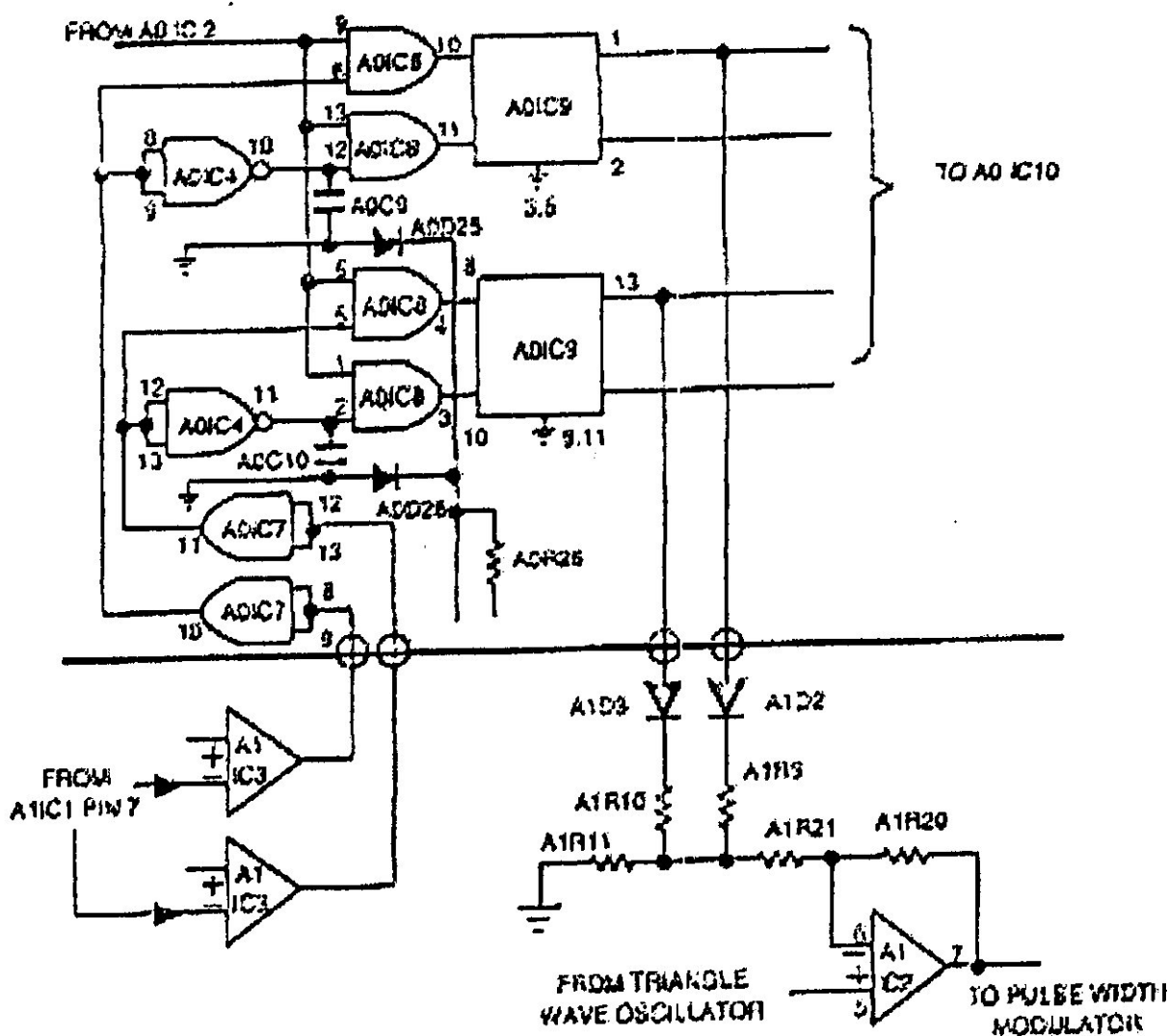


Figure. 24 : Le détecteur de la tension moyenne



### **3.3.5.3 L'oscillateur et le comparateur du signal triangulaire (voir fig. 25)**

Le circuit A1IC2 compare le signal triangulaire avec la sortie du circuit A1IC2 pin 1. Cette sortie est un signal rectangulaire de fréquence 8 Hz, est une forme d'onde rectangulaire de 8 hertz dont le cycle de marche est déterminé par la résistance de sonde.

### **3.3.5.4 Le générateur de signaux de 20 KHz (voir fig. 26)**

Le circuit A0IC6, produit un signal de fréquence 20 KHz quand la sortie de A0IC1 est haute.

La sortie de A0IC6 est appliquée au transistor A0TR2, A0TR3 et A0TR4 passant par A0IC10 et A0IC11.

### **3.3.5.5 Le circuit qui commande le transformateur d'impulsion (voir fig.27)**

Selon l'état de la sortie de A1IC1 et le signal triangulaire de A1IC2 pin 7, les transistors A0TR2, A0TR3 et A0TR4 seront en position On ou Off. Quand la sortie de A1IC1 et le signal triangulaire de A1IC2 pin 7, sont à l'état 'a' (voir fig. 23), la sortie du circuit de contrôle résulte à rendre le transistor A0TR2 de passer en marche et en arrêt. Quand, les deux circuits A1IC1 et A1IC2 sont à l'état 'b', les transistors A0TR2 et A0TR3 se mettent en marche et arrêt. Quand A1IC1 et le signal triangulaire de A1IC2 sont dans l'état 'c', les transistors A0TR3 et A0TR4 se mettent en marche et arrêt. La sortie de A0TR2, A0TR3 et A0TR4 fournissent à leur tour (par l'intermédiaire des transformateur d'impulsions A0T1, A0T2 et A0T3), des signaux à l'entrée des thyristors qui contrôlent le courant à travers les branches primaires du transformateur T1 (voir la figure. 8).

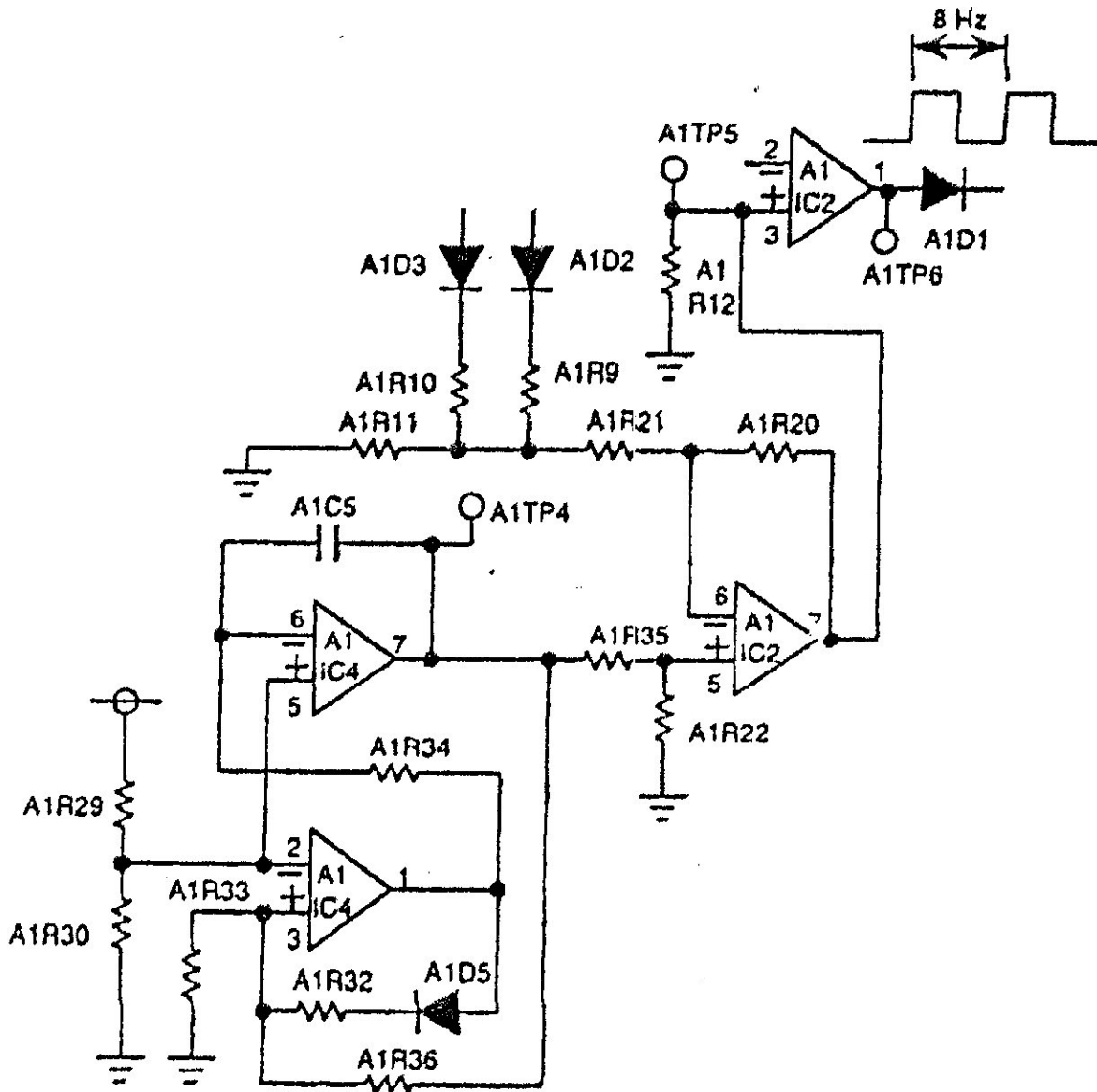


Figure. 25 : L'oscillateur et le comparateur du signal triangulaire

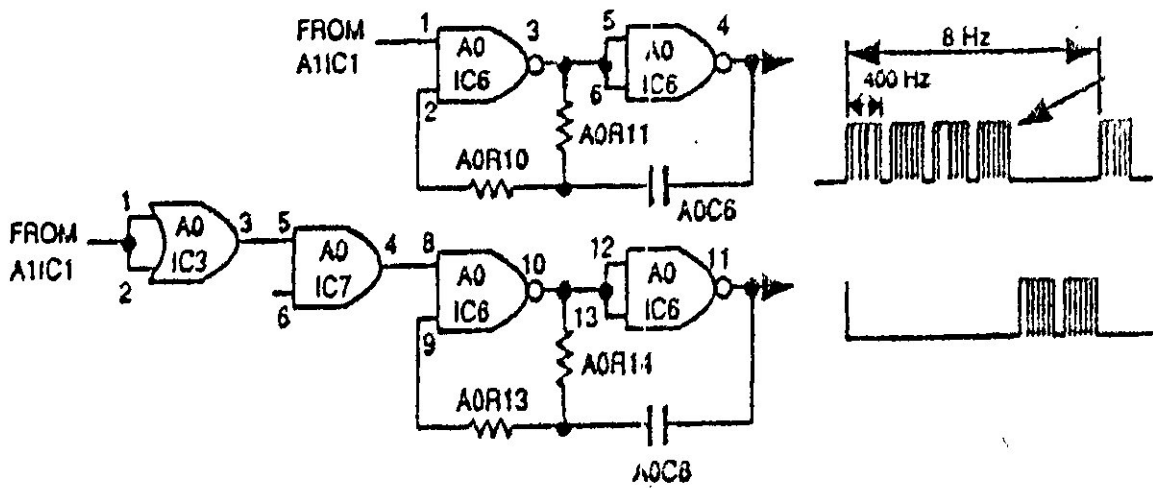
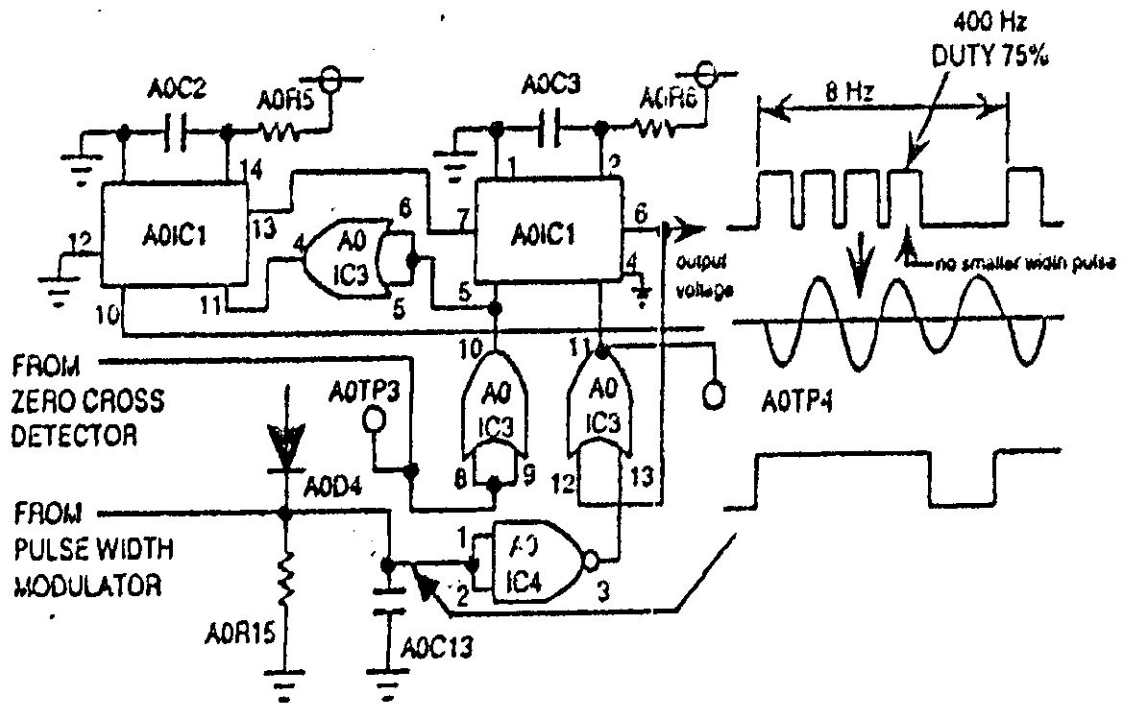


Figure. 26 : Le générateur de signaux de 20 KHz

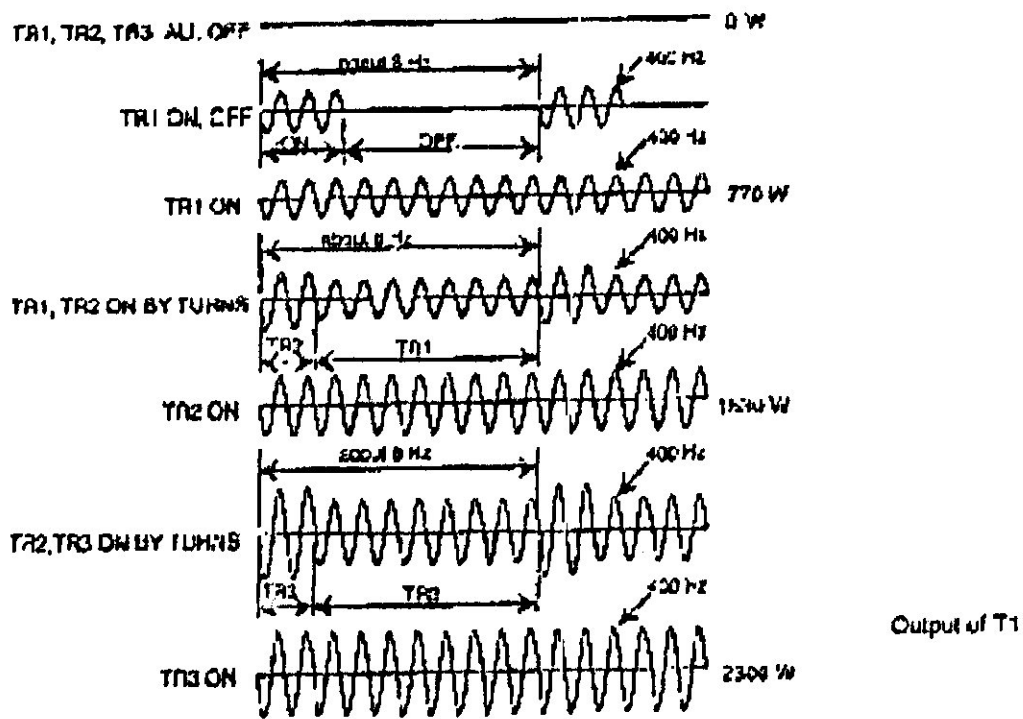
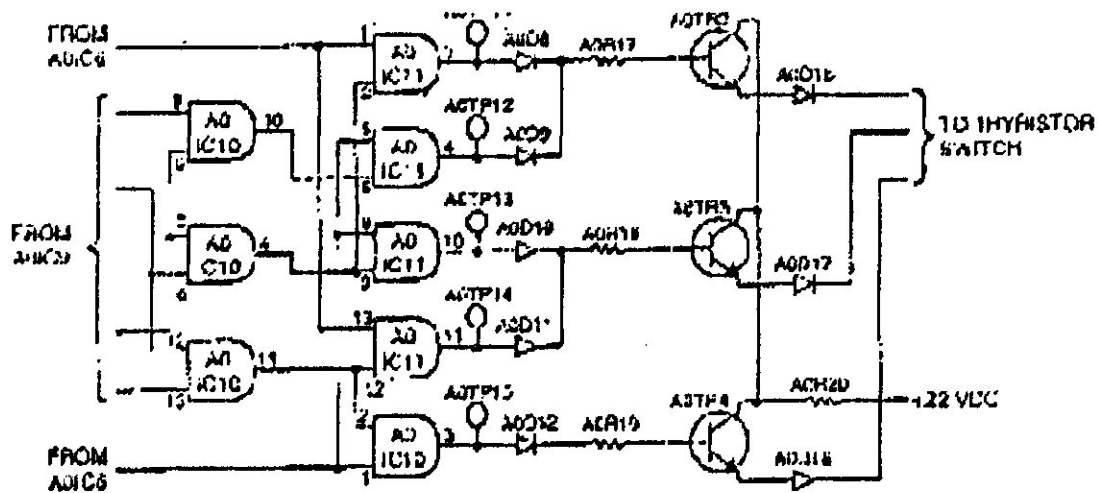


Figure. 27 : le circuit qui commande le transformateur d'impulsion

### 3.3.6 Built In Test (BIT) – en français, ‘l’essai intégré’

#### 3.3.6.1 Les fonctions de BIT

L’affichage du BIT et le panneau de contrôle, sur l’avant du WHCU sont montrés dans la figure 28. Le BIT est capable d’indiquer les défauts au niveau du système d’échauffement comme ceux dans l’accessoire. En plus de la détection des échecs actifs, le BIT enregistre et affiche une chronologie de 10 événements de défaut. Les fonctions de BIT (voir le tableau. 2) sont contrôlées par un microprocesseur et son circuit associé installé sur la carte A3. Un diagramme bloc de fonctionnement du BIT est représenté dans la figure 29.

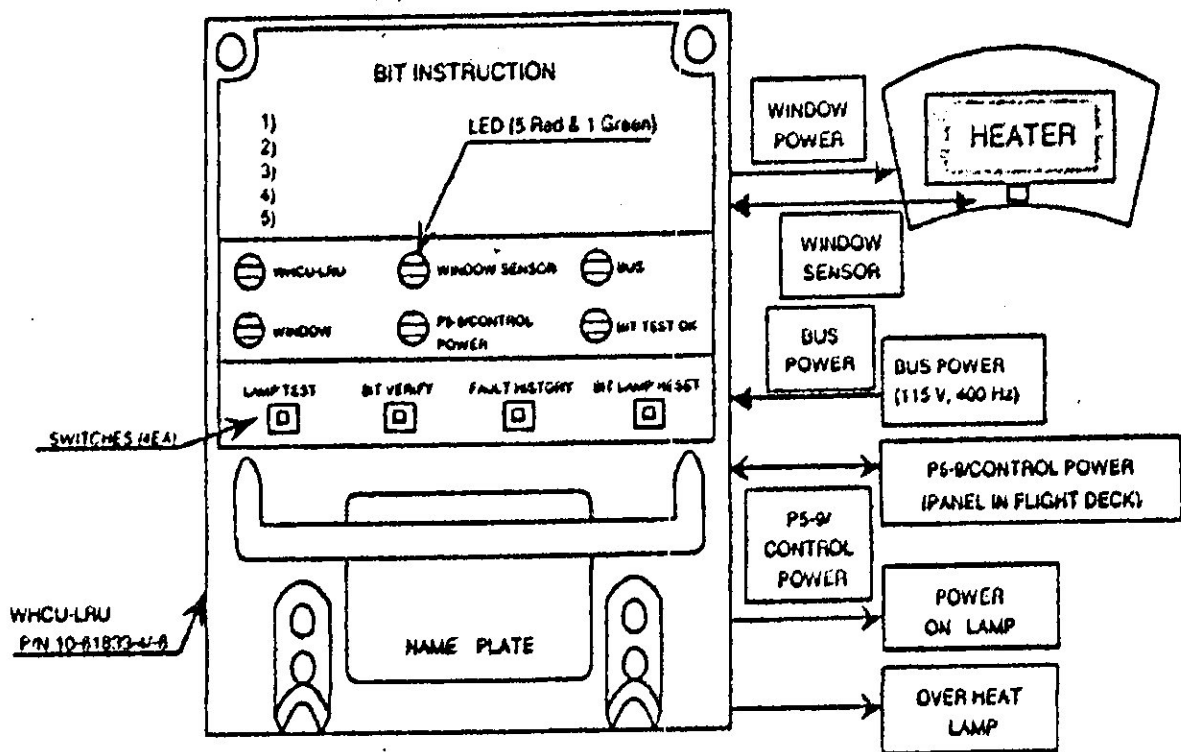


Figure. 28 : Le panneau de control et d’affichage

N°	Elément	Titre	Fonction
1	LED	WHCU- LRU	Indique les défauts internes au WHCU qui résulte des pannes : chauffage sans commande, commande sans chauffage, SCR ouvert, la sortie asymétrique, surchauffe du transformateur, échec des composants de PCA.
2	LED	Window Power	Indique l'absence de la puissance du glace ou le courant d'excitation à la glace, causé par des défauts dans le câblage et l'ouverture du connecteur, des problèmes de court-circuits.
3	LED	Window Sensor	Indique la panne de la sonde de glace, résulte des échecs : d'ouverture de sonde ou sonde court-circuitée, le câblage ou un problème du connecteur.
4	LED	P59/Control Power	Indique l'absence de la puissance de contrôle du WHCU, causé d'un circuit ouvert, les switches de contrôle qui sont tournés Off, défaut au niveau du panneau P5-9, les problèmes du connecteur et du câblage.
5	LED	Bus Power	Indique un manque de puissance pour le fonctionnement de l'accessoire WHCU, causé d'un circuit ouvert, les problèmes du connecteur et du câblage.
6	Switch	Lamp Test	Appuyer sur le bouton "Lamp Test" pour tester les LEDs du BIT, pour vérifier la disponibilité de la puissance, et l'indication de celle-ci.
7	Switch	BIT Verify	Pour simuler l'auto-test du système utilisé a tout moment pour vérifier le système.
8	Switch	BIT Lamp Reset	Pour dégager le voyant et montre le message. si le défaut est encore présent, l'indication respective de défaut sera encore présentée après que le poussoir du PB"BIT Vérifié".
9	LED	BIT test Ok	Indique que l'information du "BIT Verify"est terminée. Si le Test de BIT trouve des défauts, cette LED ne s'allumer pas. Cette LED s'allume après 15+/-3 secondes, quand ce test est satisfait.
10	Switch	Fault History	C'est une fonction qui permet l'indication visuelle de dix défauts stockés dans le BIT commençant par le défaut le plus récent et arrivant jusqu'au dernier, à chaque fois qu'on appuis sur ce bouton.
11	NVRAM	Special Function	Pour effacer les défaut dans la NVRAM. Les défauts sont effacés de la NVRAM par (1) la connexion du jumper entre le point de test TP 8 et TP 9 sur PCA A3.(2) appuyer sur le bouton 'Fault History'de la chronologie de défaut, et (3) appuyant sur le bouton "Bus Power" ou "P5-9/ Control Power". Cette opération est faite après avoir assemblé PCA A3 ou avoir changé NVRAM.
12	NVRAM	NVRAM Erase	Pour effacer les défaut dans la NVRAM. Les défauts sont effacés de la NVRAM en appuyant sur le bouton "Lamp Test" et "BIT Lamp Reset" simultanément pendant plus de deux secondes. Cette opération est réalisée sur l'avion.

Tableau.2 : Les fonctions du système BIT

3.3.6.2 Les circuits d'indication de BIT

La LED particulière s'allume lorsqu'on appuie sur le switch, qui se trouve au panneau frontal de WHCU et dans la repense à la combinaison logique des conditions, déterminées par l'état de toutes les entrées du programme, enregistré dans la mémoire (ROM) du système BIT. Appuyant sur le bouton poussoir 'Lamp Test' pour vérifier le bon fonctionnement de toutes les LEDs. Ces dernières, s'allument en appuyant sur le PB (Push Button) : 'Fault History' ou 'BIT Verify'.

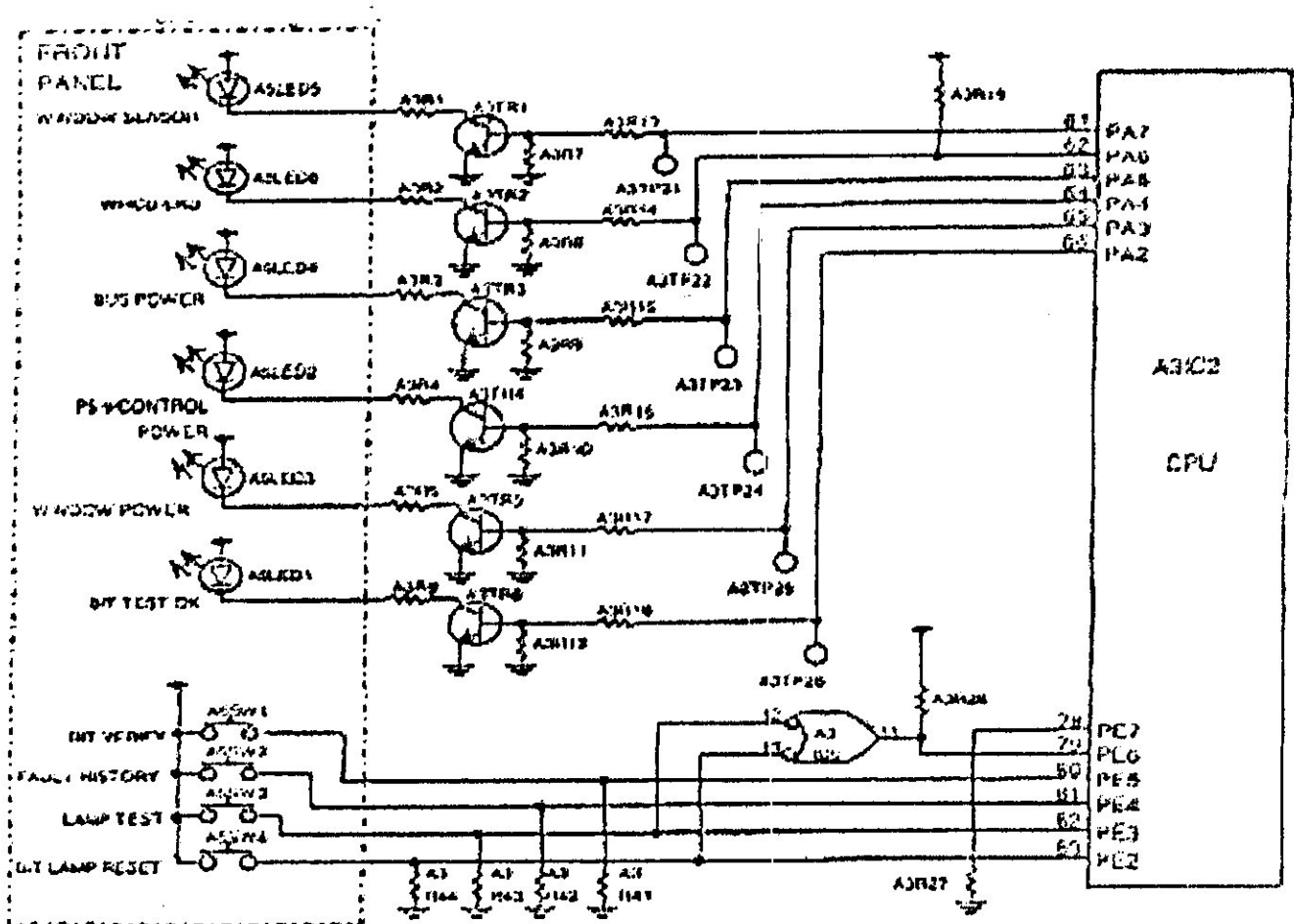


Figure. 30 : Le circuit d'indication BIT

### **3.3.6.3 Horloge de surveillance d'état**

Le circuit A3IC1 et les composants associés sont reliés au CPU, pour surveiller le bon fonctionnement de celle-ci. Si A3IC1 ne reçoit pas une impulsion de l'unité centrale de traitement à la borne 6, toutes les 1,6 secondes, il produira une impulsion de remise à zéro au CPU qui remet le programme du microprocesseur.

### **3.3.6.4 Remise de la chronologie de défauts**

Les dix défauts les plus récents, détectés et enregistrés par le BIT sont stockés dans la mémoire NVRAM. Deux méthodes sont réalisables pour effacer cette chronologie de défaut.

La première méthode consiste à appuyer simultanément sur le PB 'Lamp Test' et le PB 'BIT Lamp Reset', pendant plus de deux secondes. Cette opération s'effectue, normalement par les techniciens.

La deuxième méthode consiste à relier un fil jumper entre les points de test A3TP8 et A3TP9, tout en appuyant, simultanément sur les boutons "Fault History" et alimentant l'accessoire par la puissance du BUS. Cette opération s'effectue, normalement dans l'atelier après avoir monter une nouvelle carte A3 ou avoir changer une nouvelle NVRAM.

Après avoir étudié le WHCU et connue les différentes entrées et sorties, maintenant il est facile pour nous de faire réaliser le banc d'essai, qui est étudié dans le chapitre suivant.



## Chapitre 4

### Etude et réalisation d'un Banc d'essai

## 4.2. Etude et réalisation du banc d'essai

Notre projet consiste à réaliser un banc d'essai du régulateur des glaces chauffantes (WHCU) d'un avion B 737-800.

### 4.2.1. Schéma synoptique du banc d'essai

Notre banc d'essai fonctionne suivant le schéma synoptique suivant :

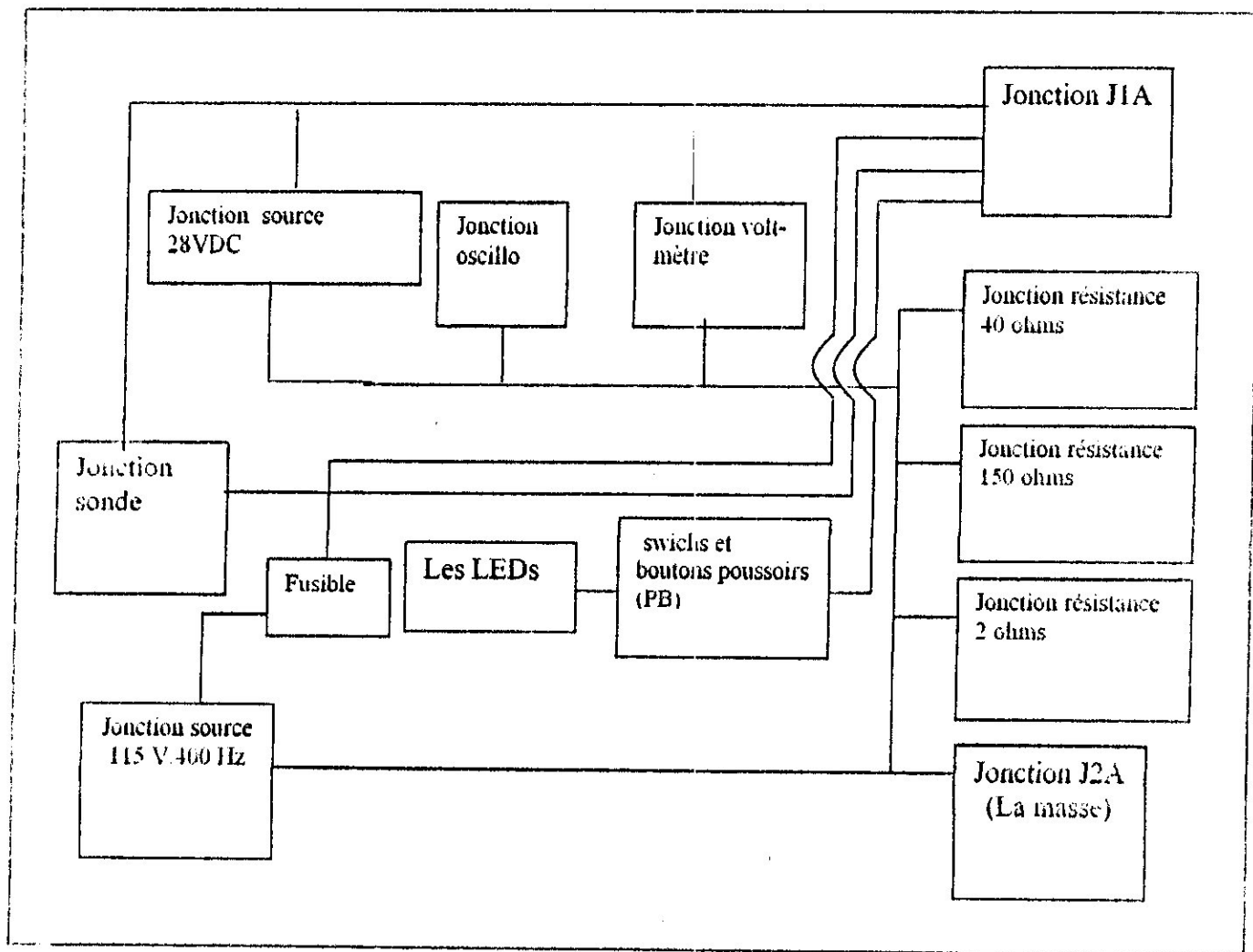


Figure. 31 : Schéma synoptique du banc d'essai

4.2.2. Liste et description des composants du banc d'essai

Le tableau suivant contient les différents composants du banc d'essai :

N°	Description	Quantité
1	Borne rouge ( 300 VAC, 10 A)	2
2	Borne noire (300 VAC, 10 A)	2
3	Borne rouge (125 VAC, 10 A)	4
4	Borne noire (125 VAC, 10 A)	4
5	Support du lampe	2
6	Ampoule (MS 25237-387)	2
7	Support du fusible	1
8	Fusible (250 V, 3A)	1
9	Button Poussoir S2, S3, S7, S13 ( 125 VAC, 3A )	4
10	Switchs SPST S1, S6 (125 VAC, 6A)	2
11	Switch DPST S4 (125 VAC, 6A)	1
12	Switch DPDT S8 ( 300 VAC, 50 A)	1
13	Sélecteur de (06) pôles S10 (300 VAC, 6A)	1
14	Switch DSPT S5 (300 VAC, 30A)	1
15	Jonction J1A, J1B (Composant spécifique)	1 pour chacun
16	Jonction P1 (125 VAC, 30A, 3Pins).	1
17	Switch DPDT S9 (300 VAC, 15A)	1
18	Borne rouge (300 VAC, 200 A)	1
19	Borne noire (300 VAC, 200A)	1

Tableau.3 : liste des composants du banc d'essai

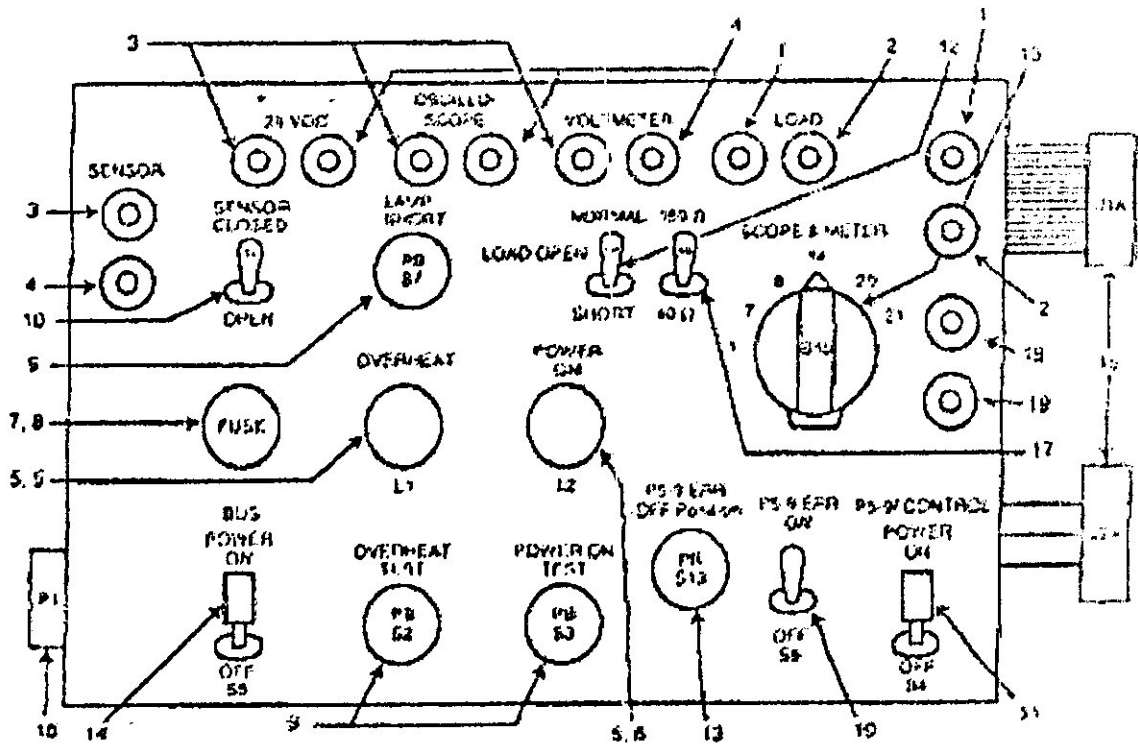


Figure. 32 : schéma d'interface de banc d'essai

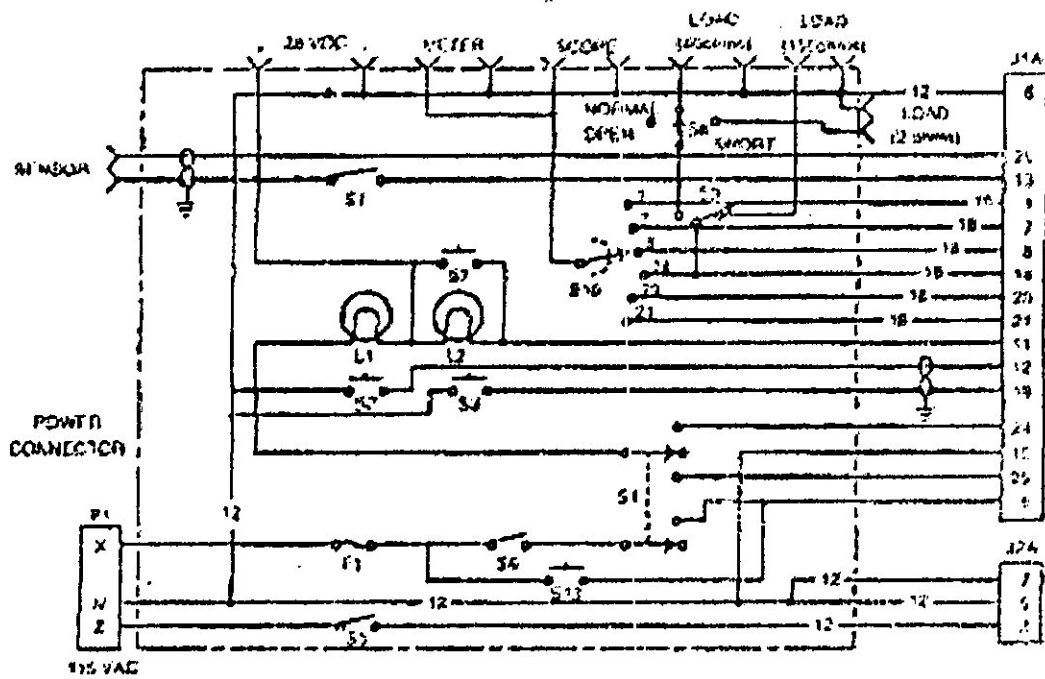


Figure. 33 : le câblage du banc d'essai

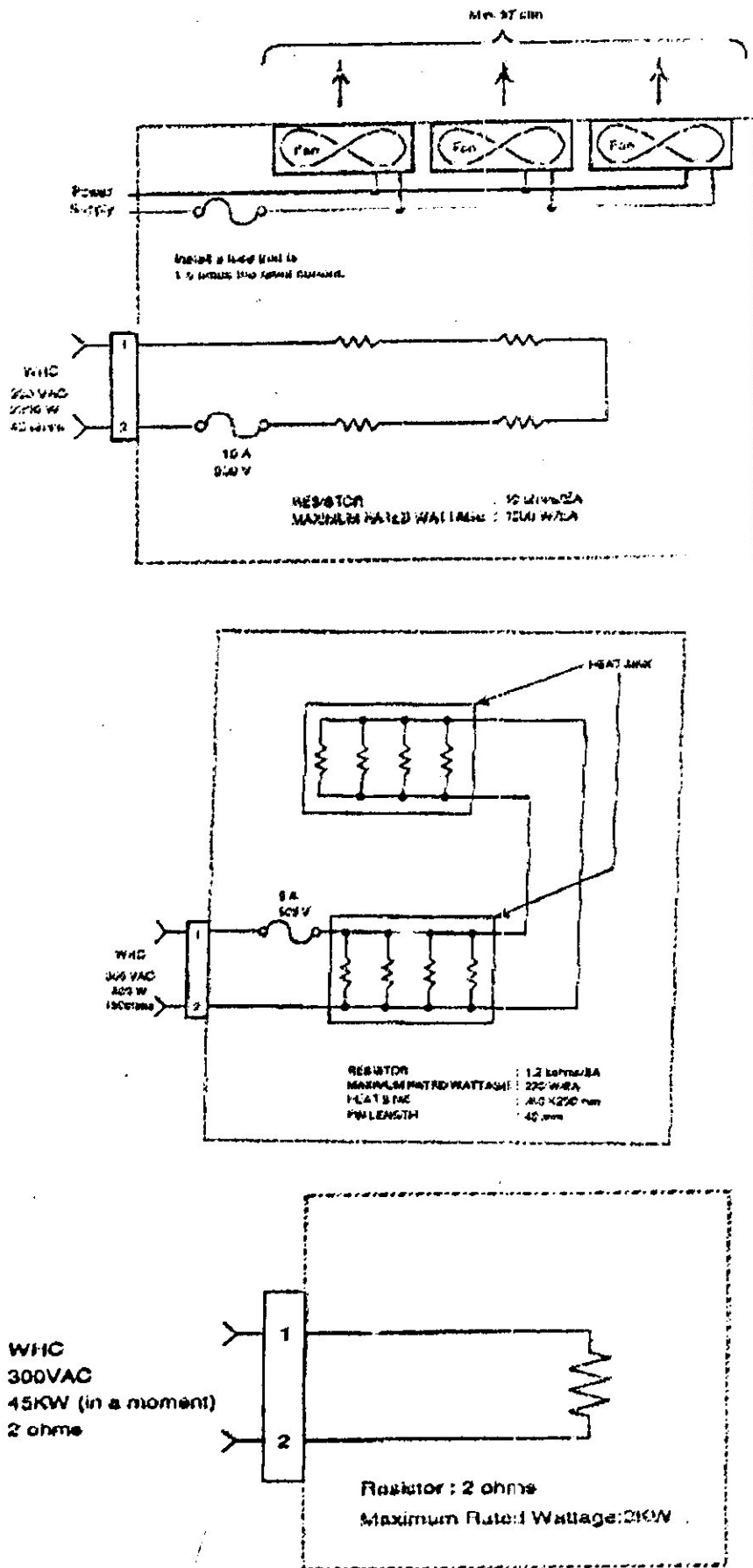


Figure. 34 : les trois blocs de résistances (40 ohms, 150 ohms, 2 ohms)

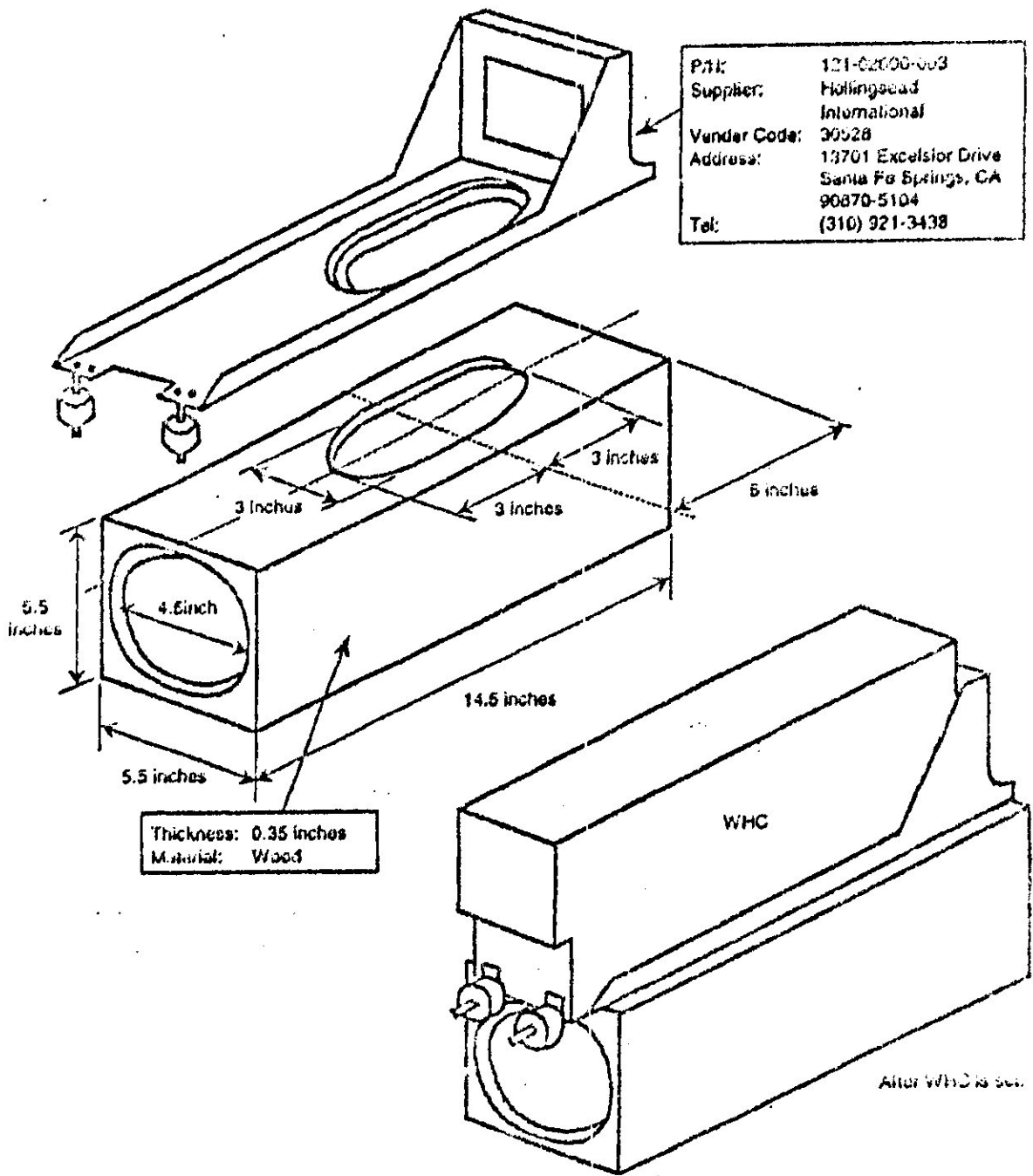


Figure. 35 : Le support du banc d'essai

### 4.2.3. Le matériel nécessaire pour l'opération de test

Le matériel nécessaire pour effectuer l'opération de test est représenté dans le tableau.

N° du matériel	Matériel approprié
1	Source du courant alternatif AC (115 V, 400 Hz, 6 kVa)
2	Source du courant alternatif AC (115 V, 400 Hz, 200 kVa)
3	Source du courant continu DC (de 0 à 35 VDC, 1A)
4	Voltmètre digital (sensibilité 750V / 200 mV)
5	Oscilloscope (DC – 100 MHz)
6	Chronomètre (de 1/100 secondes à 10 heures)
7	Décade (La range : 0,01 - 0,1 - 1 - 10 - 100 ohms)
8	Résistance (3 KW, 40 ohms)
9	Résistance (1 KW, 150 ohms)
10	Résistance (2 KW, 2 ohms)
11	Banc d'essai
12	Support du banc d'essai

Tableau. 4 : Matériels de test

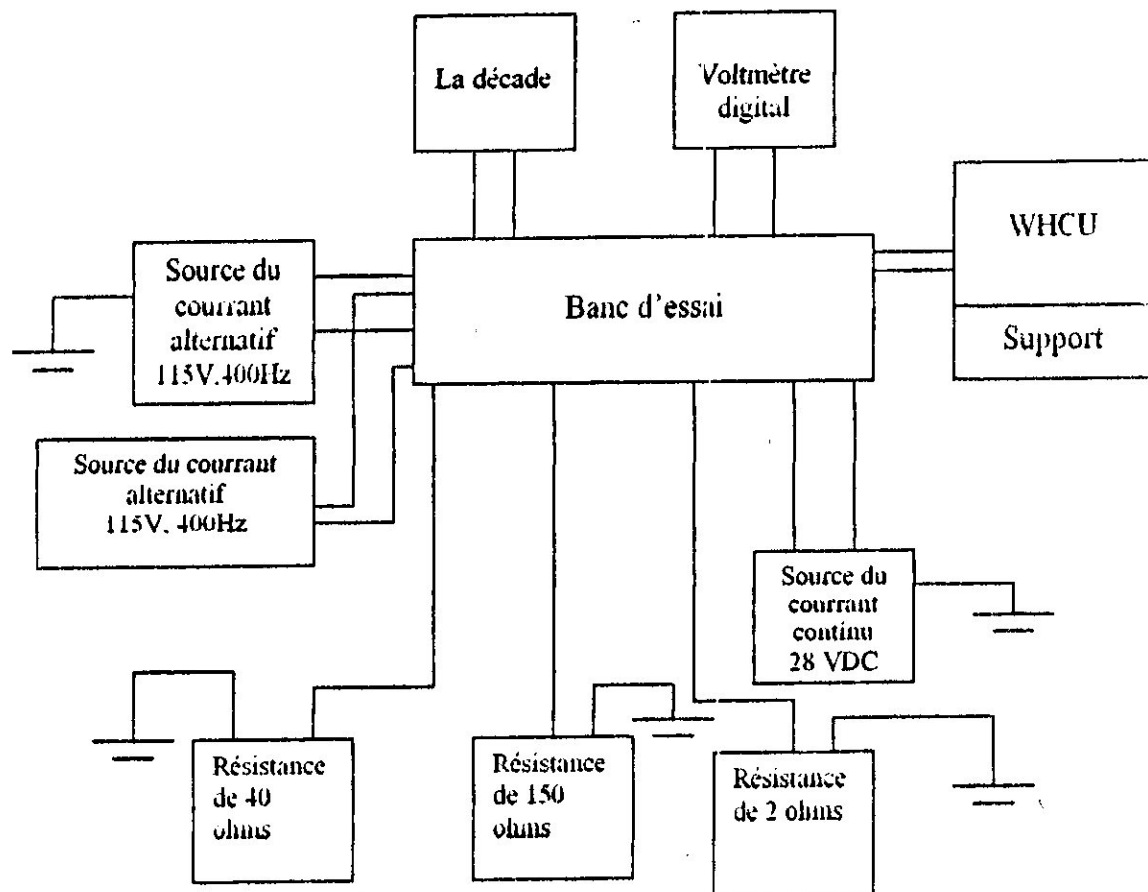


Figure. 36 : Les équipements de test

### **4.3. Analyse et essai**

C'est l'ensemble des procédures séquentielles que doit effectuer le technicien afin d'identifier les pannes, tout en utilisant le matériel nécessaire.

Dans l'atelier de maintenance, on effectue l'essai de fonctionnement avant et après l'opération nommée : la recherche de cause de panne.

#### **4.3.1 L'essai de fonctionnement**

Cette procédure doit être effectuée après toute réparation de l'accessoire, elle est aussi recommandée dans le cas d'un essai périodique.

Assembler les équipements suivant la figure 36 et fait vérifier les conditions suivantes : S1 en position Closed, S5 en position On, S8 en position Normal, S9 en position 40 ohms, S10 en position 14, la décade (résistance de sonde) est à 330 ohms. On va étudier seulement, deux exemples de l'essai de fonctionnement :

#### **1<sup>er</sup> essai : l'essai des lampes de BITE**

a) Appuyer sur le PB (bouton poussoir) "Lamp Test" et "BIT Lamp Reset" simultanément et tenir pendant 4 secondes.

b) S'assurer que la LED "BIT Test Ok " s'allume.

c) Laisser le PB "Lamp Test" et "BIT Lamp Reset".

d) Appuyer sur le PB "Lamp Test".

e) S'assurer que toutes les LEDs s'allument (05 LEDs rouges et une verte)

f) Laisser le PB "Lamp Test "

g) S'assurer que toutes les LEDs (six LEDs) s'éteint.

#### **2<sup>ème</sup> essai : l'essai de sécurité**

a) Réduire la décade R1 à 90 ohms.

b) L'aiguille du voltmètre M1 se chute à zéro volts. La LED L1 s'allume, la LED L2 s'éteint après moins de 55 +/- 15 secondes, et la LED "Window Sensor" s'allume après 15 +/- 3 secondes et en suite s'éteint.

c) Réduire la décade R1 à 0 ohm, par un pas de 10 ohms.



- d) M1 reste à 0 volts, L1 reste On, et L2 reste Off.
- e) Augmenter la décade R1 à 330 ohms.
- f) Mettre le switch S4 en position Off et puis à On.
- g) M1 indiquera la tension, L1 s'éteint et reste Off, et L2 s'allume, et toutes les LEDs doivent être éteintes.
- h) Mettre S1 à la position Open (circuit ouvert)
- i) M1 se chute à zéro volts, L1 s'allume et L2 s'éteint après mois de 55+/-15 secondes, et la LED "Window Sensor" doit s'allumer après 15+/-3 secondes, et en suite s'éteint.
- j) Mettre S4 en position Off puis à On.
- k) S'assurer que L1 s'allume à nouveau, L2 reste Off, et M1 doit rester à 0 Volt, et la LED "Window Sensor" doit s'allumer à nouveau pendant 15+/-3 secondes, et en suite s'éteint.
- l) Mettre S1 en position Close (fermé).
- m) M1 doit rester à zéro volts, L1 reste On, L2 reste Off.
- n) mettre S4 en position Off puis à On de nouveau.
- o) M1 va indiquer la tension, L1 s'éteint et reste Off, L2 s'allume, et toutes les LEDs doit être en état Off.
- p) Augmenter la décade R1 à 410 ohms.
- q) M1 se chute à zéro volts, L1 reste On, L2 devient Off après mois de 55+/-15 secondes, et la LED "Window Sonsor" devient en état On pour 15+/-3 secondes et après devient Off.
- r) Diminuer la décade R1 à 330 ohms.
- s) M1 reste à zéro volts, L1 reste On, L2 reste Off, et chacune des six LEDs doit être éteinte.
- t) Mettre S4 en position Off et à On.
- u) M1 indique la tension, L1 devient Off, L2 devient On, et chacune des six LEDs sera éteinte.

### **4.3.2. Recherche des causes de panne**

Cette procédure doit être effectuée pour réparer l'accessoire. On va étudier seulement deux exemples de la recherche des causes de panne :

#### **1<sup>er</sup> exemple : Le détecteur de sonde ouverte**

a) Le point de test A1TP8 est la sortie du détecteur. Il indique 0V lorsque l'unité fonctionne normalement. Quand la résistance de la décade est augmentée jusqu'à 400 +/- 10 ohms, la tension à A1TP8 sera approximativement 12 volts. Le transistor A1TR7 sera passant et A1TR3 sera bloqué.

b) Vérifier les circuits intégrés A1IC5, A1IC7, A1IC8, A1IC9, A1IC11, les transistors A1TR7, A1TR3 et les circuits reliés et remplacer tous les composants défectueux.

#### **2<sup>ème</sup> exemple : Le Détecteur de la sortie Asymétrique**

a) A2TP14 est la sortie du Détecteur de la Sortie Asymétrique. Quand l'unité fonctionne normalement et aucune asymétrie dans la sortie n'existe, elle lira 0 volts continus. Le résultat asymétrique étant détecté, la tension au point de test A2TP14 sera approximativement 12 volts continu.

b) Vérifier les circuits A3IC5, A3IC6 et les circuits reliés et remplacer tous les composants défectueux.

conclusion

## *Conclusion*

L'étude théorique de cet accessoire nous a permis de comprendre son fonctionnement. Ainsi que l'étude du Banc d'essai nous a donné l'occasion de concrétiser les connaissances théoriques, que nous avons acquis durant notre cycle d'étude.

Cette étude nous a permis aussi de toucher la maintenance aéronautique de la manière la plus simple.

Le Banc d'essai est bénéfique puisqu'il assure une aide considérable pour les ateliers d'AIR ALGERIE, ce qui met fin à la soustraction étrangère.

Nous souhaitons que notre travail contribue positivement à notre institut, et pour les promotions futures.

# Annexes

## Annexe 1

### *Notions de base en électronique*

#### → Transformateurs

##### **Définition**

C'est un appareil statique à induction électromagnétique destiné à modifier l'amplitude des signaux (courant et tension) en conservant la même fréquence.

##### **Fonctionnement**

Le fonctionnement du transformateur est directement lié à l'induction électromagnétique (création d'un courant induit par variation du flux magnétique lui-même créé par un courant variable).

L'enroulement 1 est appelé « primaire ».

Les enroulements 2 et 3 sont appelés « secondaires ».

La tension appliquée au primaire doit être variable (la tension secondaire sera également variable de même fréquence).

##### **Choix**

Un transformateur se définit par :

Son type (alimentation, impulsion, etc.).

Pour un transformateur d'alimentation, on précise :

Ses tensions nominales (primaire et secondaire) ;  
sa puissance maximale en V.A.

On prendra également en considération ses caractéristiques technologiques (moulé, étanche, tonique, etc.).

#### → Transformateur d'impulsions

Ces transformateurs sont chargés de transmettre des trains d'impulsions. Il faut donc éviter tous les phénomènes de saturation magnétique ( $I_1 < I_{1s}$ ).

#### → Générateurs de signaux triangulaires

Les signaux triangulaires ou « dents de scie », sont généralement obtenus en chargeant à courant constant un condensateur.

#### → Générateur de rampes hautes tension

Pour obtenir des rampes hautes tension on utilise des transistors MOS.

### → Montages Darlington

Les transistors de puissances ont un gain en courant relativement faible ( $\approx 50$ ). Pour augmenter ce gain (c'est-à-dire diminuer le courant de base), on utilise deux transistors, l'un de faible puissance (T1) et l'autre de puissance (T2).

### → Transistors de puissance à base épitaxie ou à structure épi-base

Technologie permettant de fabriquer des transistors N-P-N et P-N-P parfaitement complémentaire ainsi que des « Darlington », convenant pour les applications demandant une bonne tenue en puissance, en tension et en fréquence : alimentations stabilisées et protégées, commande de relais ou de moteurs, applications pour l'automobile, amplificateurs linéaires...

Sur la même pastille de silicium on diffuse : un transistor à faible puissance et à gain élevé (T1), un transistor de puissance à gain réduit (T2), deux résistances de polarisation, diode de protection. On obtient un dispositif de puissance à gain élevé et protégé contre les surtensions par diode montée en inverse, aussi bien en N-P-N qu'en P-N-P parfaitement appariés.

Ils sont montés sous boîtiers plastiques jusqu'à 60 W et sous boîtiers métalliques jusqu'à 150 W.

### → Thyristors

Le thyristor est un semi-conducteur à conduction unidirectionnelle commandée, le blocage s'effectuant lors de la disparition du courant direct. Le thyristor permet la circulation d'un courant dans un seul sens (fonctionnement unidirectionnel). Ce composant est aussi appelé Semi conductor Controlled Rectifier (S.C.R.).

Un thyristor peut être utilisé comme redresseur ou comme interrupteur, c'est une diode dont la mise en conduction doit être commandée par des impulsions de courant sur la gâchette.

#### Fonctionnement

Lorsque la tension anodique est négative par rapport à la cathode, le thyristor polarisé en inverse est bloqué. Si la tension anodique est positive le thyristor reste toujours bloqué. Pour rendre le composant conducteur, il suffit d'appliquer une impulsion de courant positive sur l'électrode de commande (gâchette). Le courant anodique n'est pas influencé par le courant de gâchette, aussi pour faire revenir le thyristor à l'état bloqué, il est nécessaire de réduire le courant anodique au-dessous du courant de maintien (IH, Holding current).

### → Thyristor GTO

Le GTO (Gate Turn Off) est un thyristor qui s'amorce et se bloque par la gâchette. Tout comme un thyristor classique, le GTO supporte, à l'état bloqué, des tensions directes très importantes (1500 V) et à l'état passant, des pointes de courant bien supérieures à la valeur moyenne admissible. Il peut travailler à des fréquences de commutation élevées (>25kHz). Sa commande est obtenue par un faible courant de gâchette, positif (par rapport à la cathode) pour l'amorçage et négatif pour le blocage.

### Choix des thyristors

Le choix d'un thyristor se fait principalement en fonction de :

La tension maximale de blocage ;

L'intensité maximale du courant direct ;

La valeur de  $I_G$  nécessaire à l'amorçage pour une tension  $V_{AK}$  donnée.

### → Amplificateurs linéaires intégrés (ALI)

Un « ALI » précédemment appelé AOP (Amplificateur Opérationnel) est un ensemble électronique qui réunit les propriétés suivantes :

un gain en tension élevé,

une grande impédance d'entrée (> 10 M $\Omega$ ),

une faible impédance de sortie (< 250  $\Omega$ ),

un spectre de fréquence transmise allant du signal continu jusqu'à une fréquence de coupure élevée.

La possibilité d'appliquer aux circuits de forts taux de contre-réaction par résistances extérieures, sans entraîner d'oscillations spontanées.

### → Diodes électroluminescentes

Les DEL (en anglais LED : Light Emitting Diode) sont des diodes émettant une radiation électromagnétique, lorsqu'elles sont polarisées en direct. Le spectre d'émission est très étroit et la longueur d'ondes d'émission des ponts du matériaux.

### → Thermistances CTP

Les thermistances à coefficient de température positif (CTP) sont des éléments dont la résistance, à dissipation nulle, augmente avec la température.

La variation de température est obtenue ;

par passage d'un courant dans la CTP ;

par une variation de la température ambiante ;

par une combinaison de ces deux moyens.



### **Point de fonctionnement**

Lorsqu'une CTP est branché en série dans un circuit de résistance  $R$ , elle détermine une intensité  $I$  qui ne l'échauffe que très peu. Sa résistance doit être très petite devant  $R$ . lorsqu'une surcharge se produit,  $I$  augmente, la CTP s'échauffe et sa résistance augmente très rapidement, elle devient beaucoup plus grande que  $R$ . l'intensité est réduite.

Lorsque la surcharge est éliminée, la CTP se refroidit, sa résistance diminue et le circuit reprend son fonctionnement normal.

### **Applications**

- Stabilisation du courant dans les postes téléphoniques.
- Protection de ligne (surtensions et courts-circuits).
- Compensation de température des circuits à transistors.
- Capteur de température.
- Protection thermique des moteurs.

### **→ Alimentation simple**

La fonction d'une alimentation est de fournir, à partir du secteur, à un matériel, l'énergie électrique continue nécessaire à son fonctionnement. Une alimentation est constituée de différentes fonctions principales.

#### **Définition des fonctions principales :**

FP 1. Convertir une tension sinusoïdale en une autre tension sinusoïdale de même forme mais d'amplitude différente (transformateur).

FP 2. Convertir une tension sinusoïdale en tension unidirectionnelle (REDRESSEMENT).

FP 3. Elever la valeur moyenne de la tension redressée (condensateur réservoir).

FP 4. Filtrer.

FP 5. Stabiliser ou réguler une tension continue (STABILISATION-REGULATION).

### **→ Redressement**

la fonction de redressement consiste à transformer une tension bidirectionnelle en une tension unidirectionnelle. Il existe de différentes méthodes de redressement :

- Redressement mono-alternance.
- Redressement double alternance avec transformateur à point milieu.
- Redressement double alternance en pont de Gaetz.
- Redressement sur charge capacitive.

### → Stabilisation-Régulation

**Diode stabilisatrice (diode Zener) :** Une diode Zener permet de stabiliser une tension continue ou d'écrêter une tension variable.

#### Caractéristiques

Dans le sens direct, cette diode conduit comme une diode de redressement, dans le sens inverse le courant reste nul jusqu'à la tension  $V_Z$  de Zener, puis cette tension reste pratiquement indépendante du courant.

**Stabilisation :** Dans les montages qui ne nécessitent pas une grande précision de la tension ainsi qu'une forte réjection des fluctuations de la tension d'entrée, l'utilisation d'un montage à diode stabilisatrice est suffisant.

**Régulation :** la fonction régulation de tension consiste à maintenir constante une tension de sortie en réagissant sur la tension d'entrée, alors que la fonction stabilisation ne réagit pas sur cette tension.

Pour obtenir une tension très stable, on utilise les régulateurs de tension intégrés.

Un régulateur trois broches (positif ou négatif) peut être rendu ajustable afin d'ajuster la tension de sortie à la valeur désirée.

### → Source de tension

une source de tension fournit une tension de sortie stable, indépendante de la résistance de charge et de la tension d'alimentation. On utilise généralement pour cette fonction un régulateur de tension ou des diodes de références. Il existe des sources de tension tels que :

La source de tension avec amplificateur opérationnel.

La source de tension par diode programmable.

### → Comparateur analogique

il indique quand la tension d'entrée dépasse un certain seuil (ou limite) fixé par le dispositif.

### → Détecteur crête à crête

ces montages sont utilisés principalement en mesure pour évaluer les valeurs maximales.

### → Détecteur de passage par zéro

un détecteur de passage par zéro détermine si une tension d'entrée sur le comparateur est supérieure ou inférieure à zéro. En réponse à ce qui a été trouvé, la tension de sortie du comparateur ne peut prendre que deux états. L'état de la sortie sera haut ou bas selon l'entrée du comparateur qui a été utilisée pour détecter le signal d'entrée.

Si l'on utilise un double comparateur du type LM 393, le signal de sortie est une impulsion positive d'environ 4,4 V synchronisée avec le point de passage à zéro. Ces paramètres sont compatibles avec les niveaux logiques TTL.

### → Générateurs de signaux rectangulaires

un oscillateur produisant un signal rectangulaire est appelé **relaxateur** ou **astable**. On distingue deux types :

Relaxateur à portes logiques.

Relaxateur à trigger de Schmitt.

Relaxateur avec ALI.

### → Filtrage

Le rôle de la fonction filtrage de fréquence est d'assurer la suppression des signaux de fréquence non désirée au moyen d'un montage appelé filtre.

Lorsque le filtre n'apporte pas d'amplification de la puissance du signal d'entrée par un élément actif (transistor, ALI), il est passif. Dans le cas contraire il est actif.

### → Commande de puissance par thyristor

**Commande par circuits intégrés** : la commande d'un thyristor ou d'un triac par angle de conduction permet de déclencher ceux-ci sur une partie de l'alternance ce qui provoque des parasites lors de la commutation. Pour pallier à cette inconvénient, on utilise le mode de déclenchement synchrone encore appelé commutation à tension nulle. Celui-ci permet de déclencher le thyristor au voisinage du zéro de la tension d'alimentation ce qui supprime tout parasite de commutation.

Par ailleurs, pour éliminer les demi-périodes impaires qui peuvent contribuer à la naissance d'une composante continue et de charger dangereusement le transformateur de puissance, on a recourt à la commande par cycles complets.

On distingue deux types de commandes :

Le dispositif à contrôle de phase.

Le dispositif à contrôle de rafale (burst-control).

Les dispositifs à contrôle de rafale laissent passer des suites d'arches entières de sinusoïde entrecoupées par des moments de blocage total du courant.

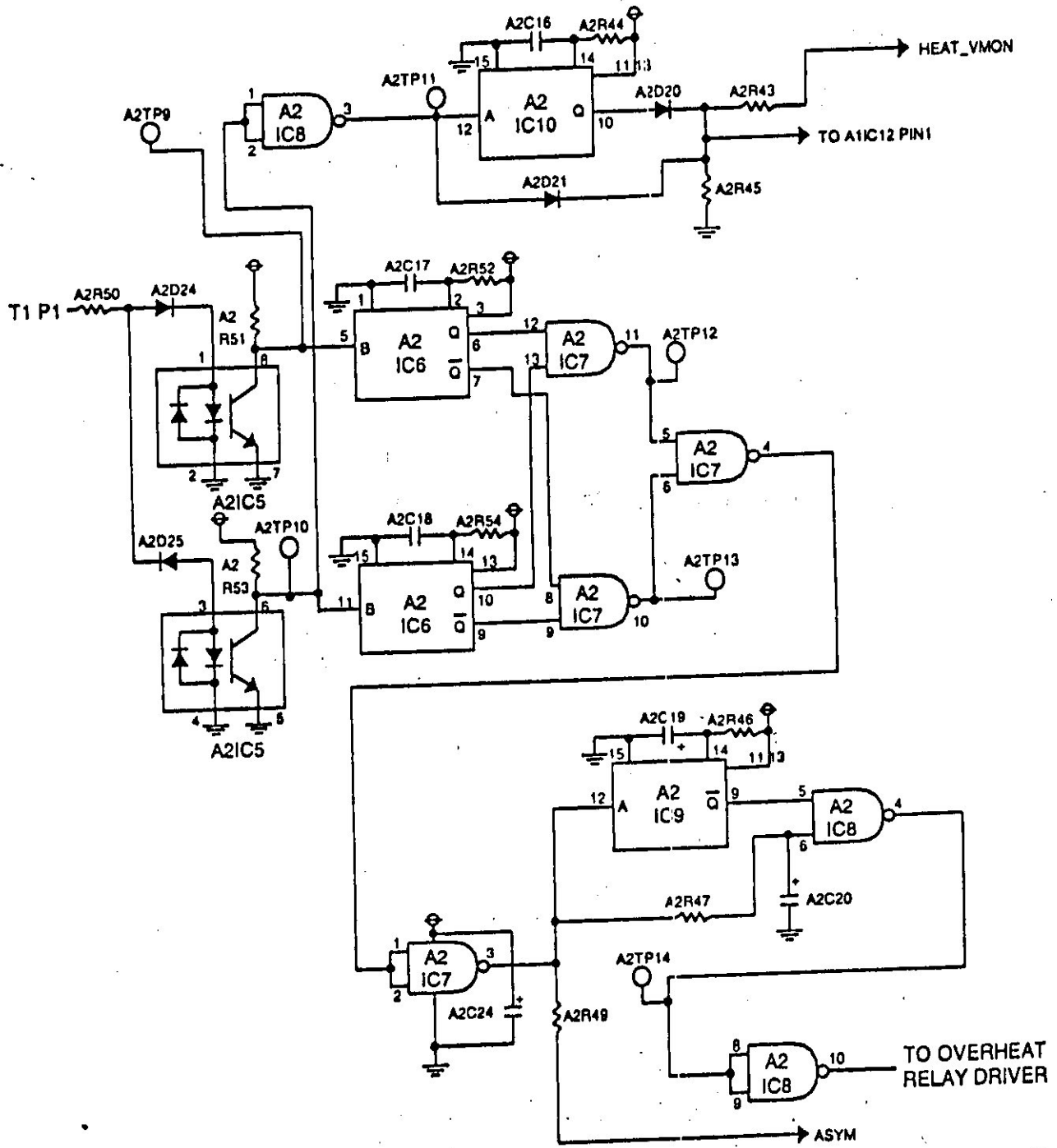
### → Circuits intégrés

Un circuit intégré groupe, soit des transistors bipolaires, soit des transistors unipolaires à effet de champ.

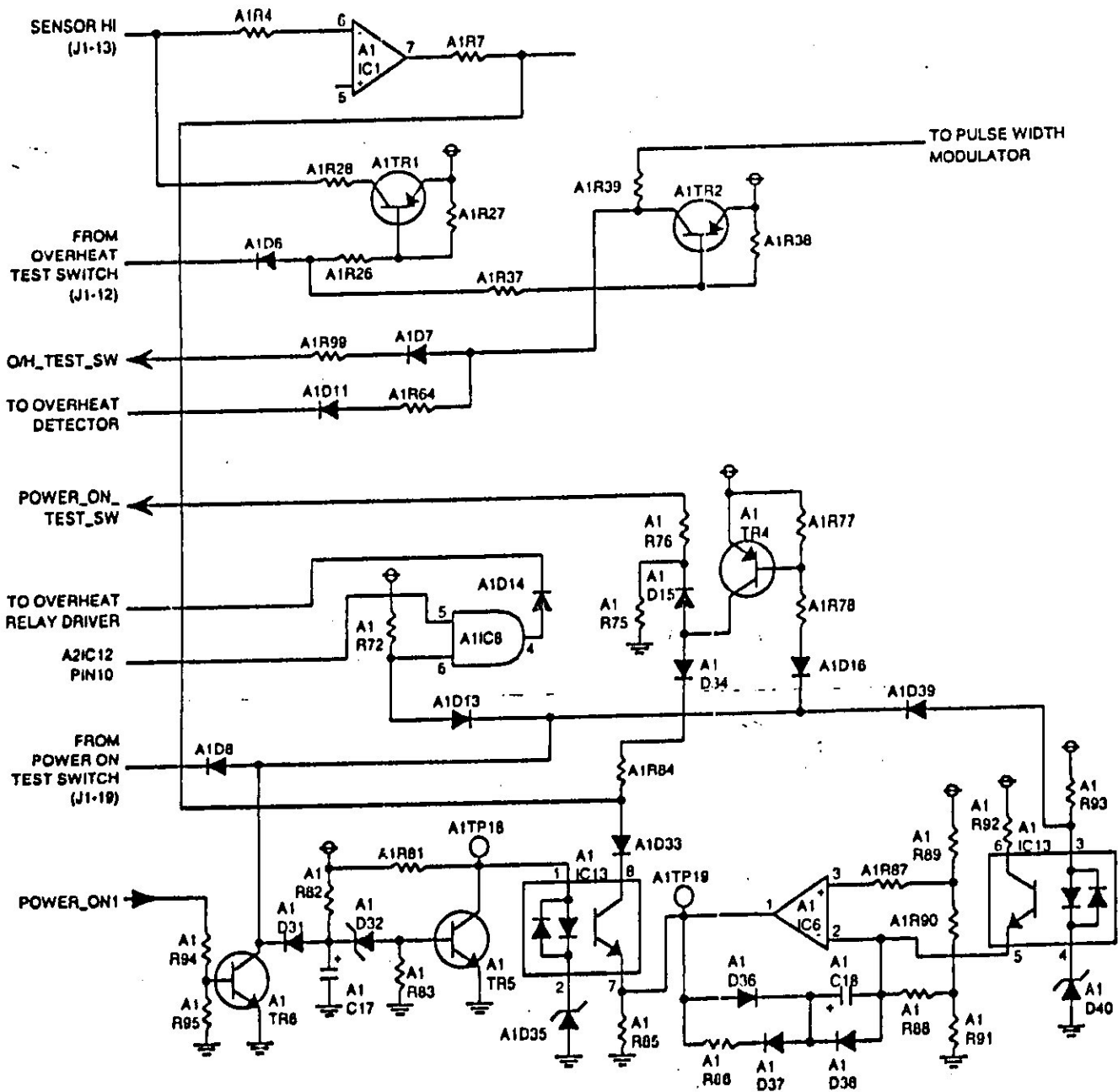
Les circuits intégrés bipolaires sont composés de transistors, de diodes, de résistances et de connexions diffusés sur une même pastille de silicium ; ils constituent, soit une fonction linéaire, soit une fonction logique.

Les circuits intégrés unipolaires sont surtout réalisés en technologie MOS pour former principalement des circuits logiques.

# Annexe 3

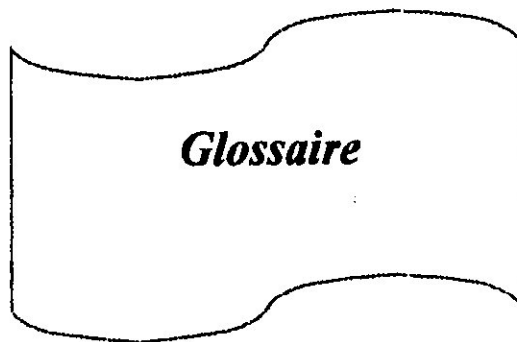


# Annexe 4





***Glossaire***



**AMM : Aircraft Maintenance Manuel (manuel de maintenance de l'avion).**

**CMM : Component Maintenance Manuel (manuel de maintenance des composants).**

**BIT: Built- In- Test (l'essai intégré).**

**BITE: Built- In- Test- Equipment (équipement de l'essai intégré).**

**PB : Push Bouton (bouton poussoir).**

**Bus : Barre.**

**Connector : La prise.**

**DC : Direct Current (courant direct).**

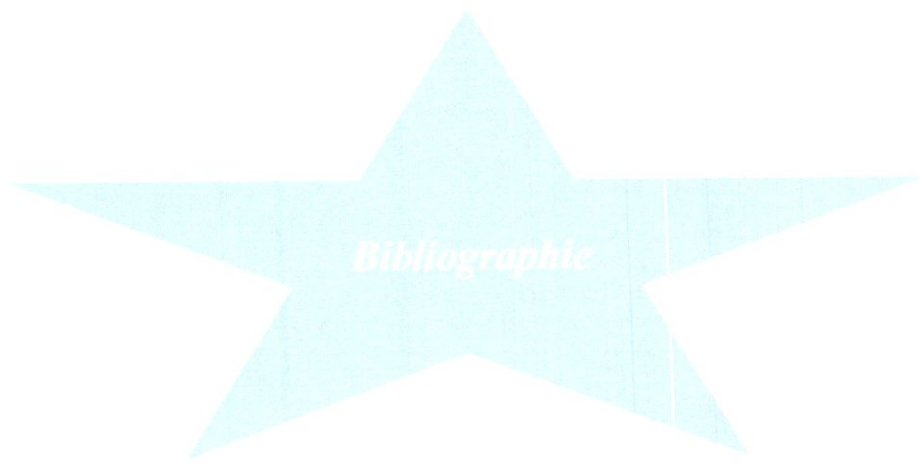
**AC : Alternatif Current (courant alternatif).**

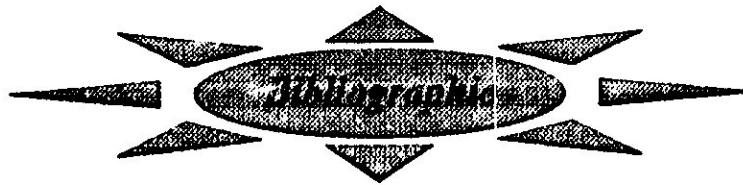
**Open : ouvert.**

**WHCU : Window Heat Control Unit (régulateur des glaces chauffantes).**

**WHCP : Window Heat Control Pannel (panneau de contrôle de température des vitres).**







### *Les manuels*

- CMM : Component Maintenance Manuel (manuel de maintenance des Composants).
- AMM : Aircraft Maintenance Manuel (manuel de maintenance de l'avion).

### *Les Ouvrages*

- Guide du Technicien en électronique (C. Cimelli, R. Bourgeron), édition HACHETTE.
- Guide pratique de l'électronique (R. Bourgeron), édition HACHETTE.