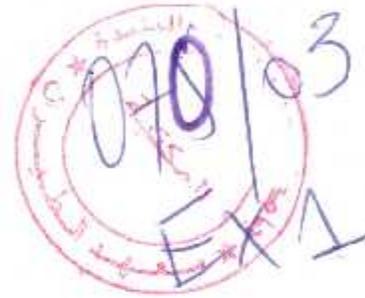


République Algérienne Démocratique et populaire

Ministère de L'enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
Université saad dahleb  
Institut d'Aéronautique de Blida ( IAB )

Mémoire de Fin d'étude pour L'obtention du Diplôme des  
Etudes Universitaire Appliquer ( D.E.U.A )

Option : avionique



**THEME**

**ETUDE ET REALISATION D'UN  
BANC D'ESSAI POUR  
REGULATEUR DES GLACES  
CHAUFFANTES D'UN AVION DE  
TYPE B 767**

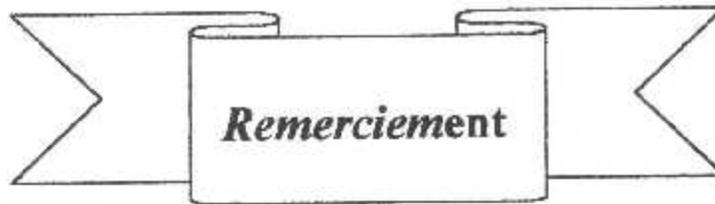
Encadré par :

**Mr TAIBI TAYEB .  
Mr BEN OUARED**

Présenté par :

**MEDJOUR CHOUAIB.  
DAHLAL MOURAD .**

2002 – 2003



## *Remerciement*

Nous exprimons nos vifs remerciements et notre reconnaissance à tout ceux qui ont assistés de prés ou de loin à la réalisation de ce banc d'essai.

Nous tenons à remercier le promoteur Monsieur TAIBI TAYEB qui nous a énormément aidé, et avec lequel on a beaucoup appris durant le stage, comme nous remercions le Co-promoteur Monsieur BEN OUARED, qui nous a conseillés et guidés.

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

Nous remercions aussi le personnel de l'atelier électronique d'AIR ALGERIE, en particulier Monsieur BEN LOUNNES, Monsieur KHELLIL, Monsieur RIDOUH Et surtout Monsieur LAFFAIR, sans oublier le sous directeur technique monsieur MAHIOUZ et le personnel du CIP.

Nous remercions aussi, fortement les amis et ceux qui nous ont aidés, HAMID, DJALLAL, RACHID et TARIK ainsi que les enseignants de l'IAB ..

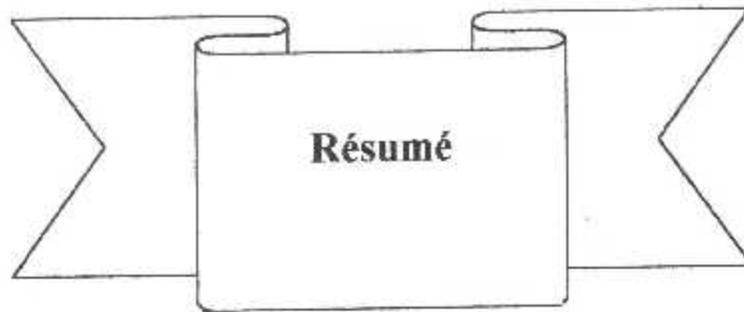
### ***Dédicaces***

***On dédie ce projet à nos chères parents aux  
quels on doit beaucoup de respect et de  
reconnaissances .***

***A toute la famille et compris nos frères et sœurs  
Qui ont toujours étaient à nos cotés .***

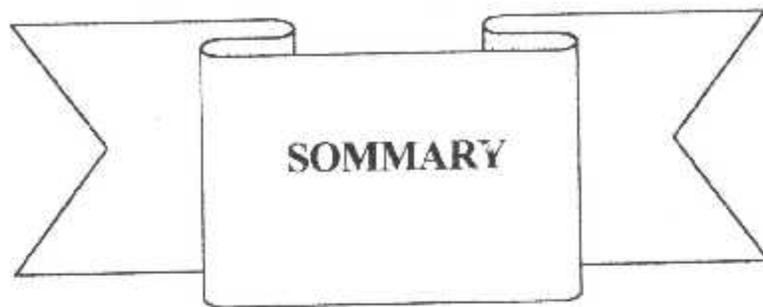
***A nos amis et tous ceux qui nous ont aidés , en  
particulier :***

***Hamid , Rachides , Malek , Tarik , Djallal***



L'objectif de ce projet est l'étude et la réalisation du banc d'essai d'un régulateur glaces chauffantes du B 767 .

Ce banc d'essai permet de détecter les différents problèmes et pannes que peut subir le régulateur glaces chauffantes et facilite sa maintenance et remise en état de marche .



The objective of this Project is the study and the realization of the bench of regulating test of heated windshield panes of B 767 .

This bench of test makes it possible to detect the various problems and breakdowns which the regulator heated windshield panes can under go and facilitates its maintenance and handing-over in operating state

## SOMMAIRE

<b><u>INTRODUCTION</u></b>	<b>1</b>
<b><u>CHAPITRE I : GENERALITES</u></b>	
1. Présentation d'Air Algérie	2
2. Les activités d'Air Algérie	
3. Organisation d'Air Algérie	3
4. aperçu sur un Boeing 767	
5. Caractéristiques	5
<b><u>CHAPITRE II : DESCRIPTION DU GIVRAGE ET DEGIVRAGE</u></b>	
1. Givrage	6
2. Dégivrage	
3. Système de régulation des glaces chauffantes	10
4. Structure générale du système de régulation des glaces chauffantes	13
4- 1. Description des glaces	
4- 2. Description du capteur de température	18
4- 3. Description du régulateur des glaces chauffantes	
4- 4. Module BITE	24
5. Sécurité du circuit	27
<b><u>CHAPITRE III : REGULATEUR DES GLACES CHAUFFANTES</u></b>	
1. Introduction	29
2. Canal de contrôle de la glace frontale	
2-1 Alimentation du canal de contrôle	29
2-2 Principe de fonctionnement de canal de contrôle	30
2- 2-1 Module de contrôle de phase	
2- 2- 2 Rôle du contrôleur de phase	
2-3 Structure générale du canal de contrôle de la glace frontale	31

Schéma synoptique .....	32
Différents blocs constituant le circuit du canal de contrôle et leur	
fonctionnements .....	33
A - Pont de Wheatstone .....	
B - Générateur rampe .....	35
C - Discriminateur des signaux .....	36
D - Circuit à retardement .....	
E - Générateur de dents de scie .....	38
G - Comparateur et oscillateur .....	
H - Bloc de thyristor .....	41
Schéma électrique .....	
Simulation des défauts .....	45
A - Asymétrie .....	46
B - Chauffage sans commande .....	
C - Commande sans chauffage .....	
D - Surchauffe .....	48
E - capteur ouvert ou court-circuité .....	49
<b>3- Canal de contrôle des glaces latérales .....</b>	<b>51</b>
3- 1 Introduction .....	
3- 2 Principe de fonctionnement .....	
Schéma synoptique .....	53
Différents blocs constituant le circuit de canal de contrôle et leurs	
fonctionnement .....	54
A - Pont de Wheatstone .....	
B - Trigger de Schmitt .....	55
C - Générateur synchrone et le circuit de commande à retardement .....	
D - Circuit Trigger .....	59

## **CHAPITRE IV :      ETUDE ET REALISATION DU BANC D'ESSAI**

1. Introduction .....	72
Généralité sur la maintenance aeronautique .....	

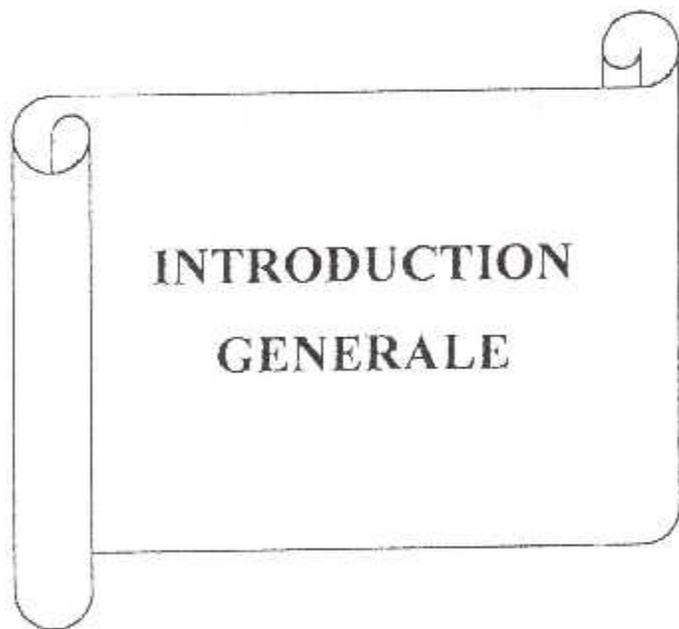
Objectif	73
2. Etude banc d'essai	74
2- 1 principe de fonctionnement	
2- 2 Procédure de conception	75
Eléments et signaux d'entrée	
Eléments et signaux de sortie	77
3- proposition du banc d'essai	78
a- Alimentation	
b- Sensor	
c- Résistances de chauffage	87
4 - Réalisation du banc d'essai	
4- 1 La façade du banc d'essai	
4- 2 Câblage	90

## **CONCLUSION GENERALE**

### **Glossaire**

### **Annexes**

### **BIBLIOGRAPHIE**



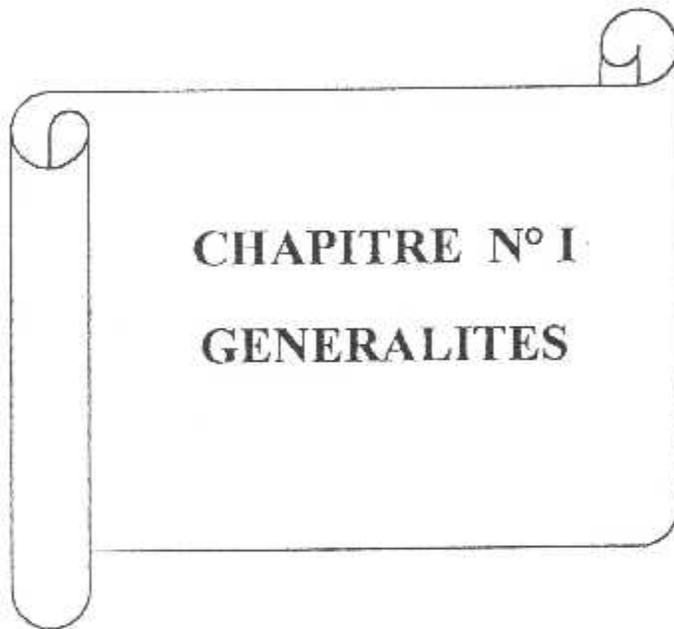
## Introduction :

- Les avions qui volent en VHF ( sans aide aux instruments, vol à vue ) doivent être assurés d'une visibilité minimum , car en pilotage on a encore très souvent recours aux observations visuelles , bien qu'il existe des appareils sophistiqués.

- Cette visibilité se dégrade aux effets du givrage qui s'installe sur le pare-brise du cockpit , et qui peut nuire aux raisons de sécurité .

- Afin de lutter contre la givre et ses conséquences , l'avion est muni d'un système de régulation de glace chauffante qui sert à enlever la givre et d'empêcher sa formation pour assurer la visibilité .

- Le chauffage des vitres se fait d'une manière progressive afin d'éviter tout risque de choc thermique , qui peut surgir suite à un chauffage brusque ou refroidissement rapide d'où la nécessité d'avoir un régulateur glace chauffante à bord .



**CHAPITRE N° I**  
**GENERALITES**

## 1) Présentation d'Air Algérie:

La compagnie AIR ALGERIE est une entreprise nationale de transport aérien à utilité publique ; créée en 1947 dans le but d'exploiter un réseau dense et régulier de lignes aérien 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'ex Afrique Occidentale Française ; Le 23 Avril 1953 à la suite de la fusion de ses deux organismes, la compagnie générale de transport aérien Air Algérie « C.G.T.A » entra officiellement en activité .

Dix ans plus tard et après l'indépendance de l'Algérie en 1963 ( plus exactement le 18 Février 1963 ) , elle devint une compagnie nationale sous la tutelle du ministère de transports , par l'acquisition de ce dernier de 51% des actions de la compagnie .

L'année 1970 a vu la participation à la politique de l'état portée à 83% des actions de la compagnie, cette mesure qui permet à Air Algérie de procéder au renouvellement progressif de ça flotte .

En 1972et conformément à la politique de récupération du patrimoine détenu par des sociétés étrangères étaient rachetées par l'état , Air Algérie devint 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 Africain .

En attendant son passage à l'autonomie, la société est actuellement régie par le décret N° 84-347 Novembre 1984 sous la dénomination de « entreprise nationale des services aériens » Air Algérie , cette année a vu aussi l'algérienisation du personnel navigant technique .

## 2) Les activités d'Air Algérie :

Les principales activités de l'entreprise tel qu'est défini le décret N° 84-347 du 24 Novembre 1984, consiste à :

- Le transport aérien du public, du fer et du courrier.
- L'exploitation des lignes aériennes nationales et internationales.
- L'entretien et la réparation des aéronefs.
- L'assistance technique et commerciale à d'autres compagnies étrangères.
- Vente des billets de transport pour son compte et pour le compte d'autres compagnies.

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

### b) La flotte commerciale :

La flotte commerciale d'Air Algérie est présentée sur le tableau suivant:

Marque	Type	Nombre d'appareils	Module
Boeing	B 767-300	03	253 passagers
Airbus	A 310-200	02	216 passagers
Boeing	B 727-200	11	180 passagers
Boeing	B 737-200	15	130 passagers
Boeing	B 737-800	06	162 passagers
Fokker	F 27	08	40 passagers

## b) La flotte de travail aérien filial d'air Algérie:

Marque	Type	Nombre D'appareils	Utilisation
Grumman	Grumman AG.41'	09	Epondage agricole
Beechraft	King air 100	01	Transport du personnel Evacuation sanitaire
Beechraft	King air 90	01	Transport du personnel Evacuation sanitaire
Beechraft	Queen air 80	01	Transport du personnel Evacuation sanitaire
Cessna	Grand Cessna Caravan	03	Transport du personnel Vols à la demande
Bell « helicopters »	Bell 212 long Ranger III	04	Surveillance pipeline

**3 - Organisation de Air Algérie:**

Pour atteindre ses objectifs précis , la compagnie s'est subdivisée en différentes directions au sommet desquels se trouve la direction générale .

**3 -1-Présentation de la direction technique:**

La direction technique est chargée d'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 .

### 3-2-Présentation du service électronique :

Ce service est conçu pour la maintenance des équipements électroniques des avions qui sont répartis dans plusieurs ateliers

### 4-Aperçu sur un Boeing 767 :

Le 14 juillet 1978 , la firme Boeing se lança dans le développement d'un nouvel avion de ligne gros porteur qui reçut la dénomination de Boeing 767-200. L'appareil , qui vola le 26 septembre 1981 , était donc propulsé par des réacteurs à double-flux Pratt & Whitney JT9D-7R4D ou General Electric CF6-80A .

Des variantes moyen-courriers à la charge utile plus importante dérivés du 767-200 sont actuellement disponibles , de même que le 767-200ER , à la distance franchissable accrue .Le 767-300 , apparu en janvier 1986 et entré en service au cours de la même année , bénéficie d'un fuselage rallongé de 6 m par rapport à ses prédécesseurs et peut accueillir 269 passagers .

Les livraisons de 767-300 dotés de Rolls-Royce RB211-524D4D à British Airways ont débuté dans les premiers mois de 1989 , American Airlines réceptionnant son premier 767-300ER ( rayon d'action étendu ) en 1988. La version la plus récente est le 767-400ER dont le premier vol a eu lieu en 1999 et qui possède une plus grande capacité en passagers grâce à un fuselage rallongé de 6.3 m .

### 5-Caractéristiques du Boeing 767 :

Envergure : 51.90 m

Longueur : 61.40 m

Hauteur : 16.90 m

Surface alaire : 310 m<sup>2</sup> .

Masse à vide : 103830 kg

Masse maximum : 204120 kg .

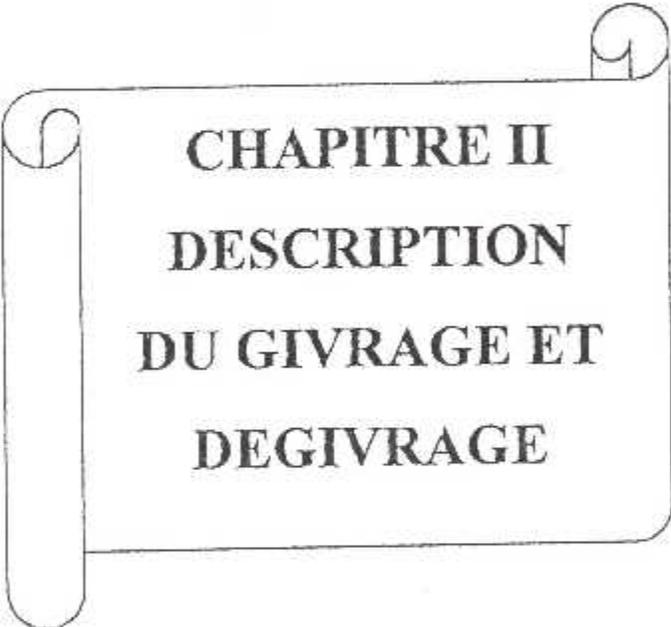
Capacité : 245-375 passagers .

Distance franchissable : 5630 nm (environ 10440 km) .

Vitesse de croisière : 460 nœuds ( environ 850 km/h ) .

Vitesse maximale : 485 nœuds ( environ 900 km/h ) .

Moteurs : 2 réacteurs Pratt & Whitney PW4000 ou General Electric CF6-80C2



**CHAPITRE II**  
**DESCRIPTION**  
**DU GIVRAGE ET**  
**DEGIVRAGE**

## Description du givrage et dégivrage :

### 1-Givrage :

#### **1-1-définition :**

La givre aussi connu sous le nom de 'gelée blanche' est un dépôt de glace opaque ou transparent prenant généralement la forme d'écaille en aiguille ou en étoile, adhérant à certains éléments d'un avion, en particulier aux éléments exposés au vent relatif et à ceux présentant des parties anguleuses ( bord d'attaque, rivets, mats d'antenne, Pitot, etc....).

#### **1-2-Processus de formation :**

##### **1-2-1-Congélation de l'eau liquide :**

De l'eau peut être stockée dans certaines parties d'un avion au parking, après le passage d'un front ou d'une averse par exemple. L'exécution d'un vol dans une tranche atmosphérique à température négative peu après, peut entraîner la congélation de cette eau. Cette forme de givrage peut également se produire après le nettoyage d'un avion enneigé au sol ou dégivré et non séché au moment du décollage par température négative.

Le risque existe également, pour les avions à train rentrant qui décollent l'hiver, sur une piste « contaminée » par de la neige mouillée. Lors de l'accélération, de la neige gèle sur les jambes du train. Quand l'avion sera dans une couche d'air à température négative, la neige va geler et risque de former un amalgame compact de glace emprisonnant le train, interdisant toute nouvelle sortie.

##### **1-2-2-Condensation solide :**

- C'est le passage direct de l'état gazeux ( vapeur d'eau ) à l'état solide ( gelée blanche ). Ceci concerne évidemment les avions au sol mais peut également intéresser un avion en vol.

##### **1-2-3-Céssation de l'état de surfusion de l'eau :**

- C'est le processus qui donne les givrages les plus dangereux. Les quantités de glaces

déposées seront fonction de la teneur en eau surfondue du milieu, de la dimension des gouttes et dans le cas d'une précipitation, de l'intensité de celle-ci :

#### 1-2-4 classification :

La classification du givrage peut s'envisager sous deux formes :

- Une classification **quantitative** donnant les **intensités** du givrage.
- Une classification **qualitative** qui fait référence à l'aspect du givrage ( gelée blanche le verglas ...)

#### 1-3-Effet du givrage sur l'avion :

##### 1-3-1-Action du givrage sur la cellule :

- ◆ **Opacification des vitres du cockpit** ( mauvaise visibilité ) .
- ◆ **Augmentation de la masse** présentant des risques .
- ◆ Des problèmes de centrage encore plus dangereux car la glace ne se répartit pas uniformément .
- ◆ Mise hors service ou informations erronées de certains instruments de bord à prise d'air extérieure ( tube Pitot , sonde d'incidence , sondes de température , etc... ) .
- ◆ **Antenne** : mets à la masse et perturbations radio , rupture des mats .
- ◆ **Difficultés de manœuvre** ( pouvant aller jusqu'au blocage ) de certains ensembles mécaniques vitaux ( Commandes de vol , trains d'atterrissage , bloc de frein , etc... ) .
- ◆ Le dépôt de glace modifiant le profil aérodynamique modifie ses paramètres de vol. c'est ainsi que le givrage augmente la traînée et diminue la portance tout en augmentant la consommation. Les profils laminaires actuels supportent moins bien les aspérités dues aux dépôts de glaces que leurs ancêtres. Il s'ensuit que, sous l'influence du givrage, l'avion devient plus sensible aux pertes de vitesse et moins maniable .

##### 1-3-2- Action 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

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°C ( voir 30°C dans certains cas )  
Cela se traduit par une possibilité de givrage, même à température positive et dans un milieu atmosphérique non saturé .

Le givrage du carburateur est également possible au roulage .

### **Dégivrage:**

- Méthode qui consiste à enlever la glace , la neige , la neige fondante ou la givre. On distingue différents types de dégivrage :

- > Pneumatique .

- > Électrique .

- > Hydraulique .

- > Mécanique .

- Le procédé du dégivrage est appliqué sur différents éléments d'un avion ( glaces du cockpit , tube de Pitot , carburateur, élices , etc.... ) .

- Pour les vitres du cockpit, le dégivrage se fait par voie électrique. Le système qui assure cette fonction est appelé « régulateur glace chauffante » .

### 3-Systeme de régulation des glaces chauffantes :

Le WHCU ( window heat contrôle unit ) est un système appelé « régulateur des glaces chauffantes », ce dernier permet de maintenir la température des glaces avant d'un avion « pare-brise » à une température désirable ou convenable. Et cela d'une façon permanente afin de lutter contre la givre et ses conséquences .

Le pare-brise d'un Boeing 767 est constitué de 06 glaces ( 2 glaces frontales et 4 glaces latérales ). Pour contrôler la température de ces glaces on a équipé le Boeing 767 de deux régulateurs du type «WHCU » fonctionnant de la manière suivante :

1<sup>er</sup> régulateurs : il est constitué de 03 contrôleurs autonomes chaque contrôleur permet de contrôler la température d'une glace .

2<sup>ème</sup> régulateur : même constitution avec le premier .

#### **-Remarque :**

Pour des raisons de sécurité et pour avoir la visibilité au moins sur l'une des vitres frontales , le régulateur « WHCU » embarqués sur B 767 fonctionne de la manière suivante :

- Le premier régulateur {
  - Un canal de contrôle lié à la glace frontale droite .
  - Deux canals de contrôle liés aux glaces latérales gauches .

- Le deuxième régulateur {
  - Un canal de contrôle lié à la glace frontale gauche .
  - Deux contrôleurs liés aux glaces latérales droites .

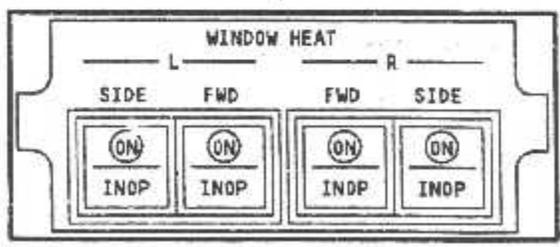
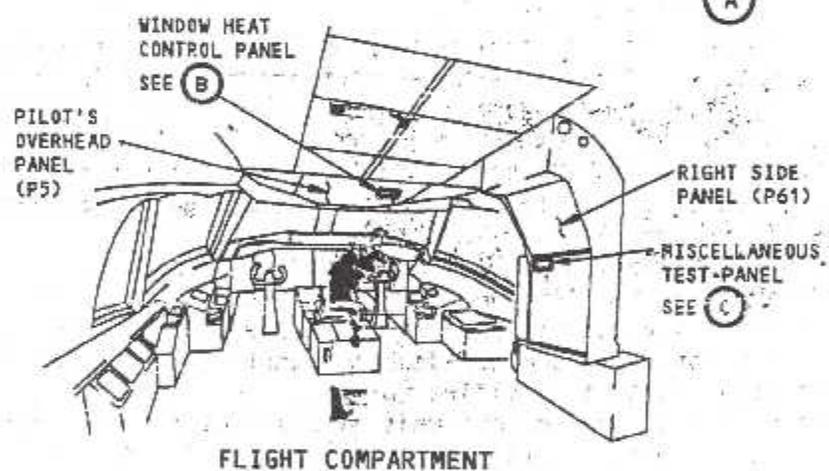
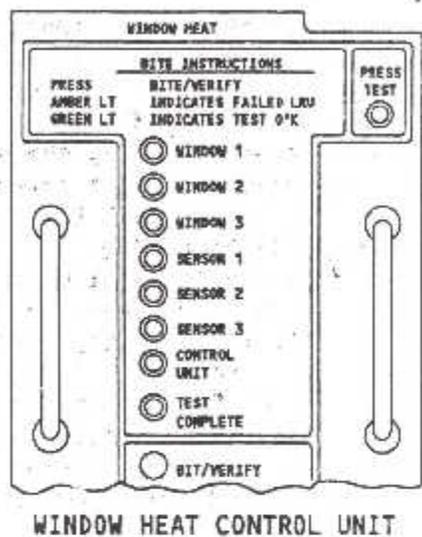
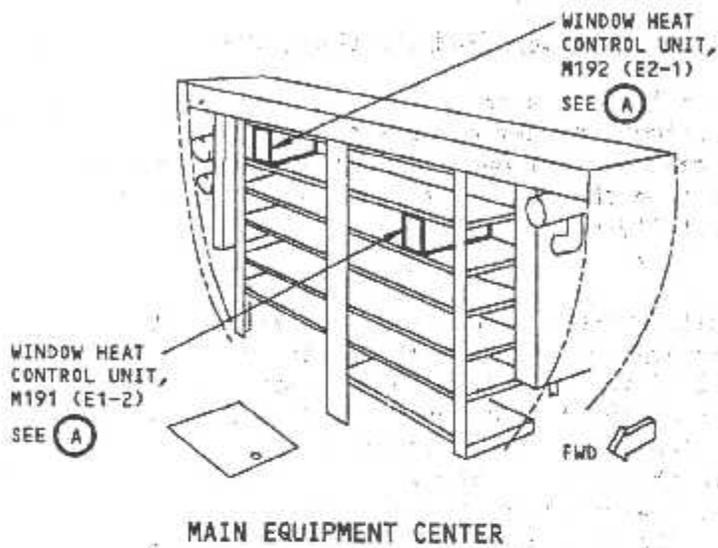
Chaque régulateur « WHCU » contrôle 03 glaces , et chaque glace possède un capteur de température et une résistance chauffante ( thermistance ) .

Il comprend aussi un panneau de contrôle de chauffage ( Window Heat Control Panel ) et un autre pour divers tests ( Miscillanous Test Panel )  
( Voir figure 01 ) .

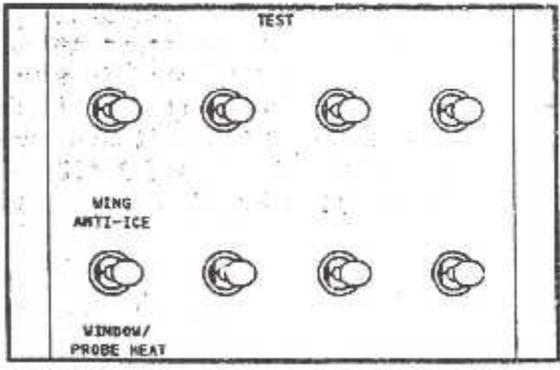
L'allumage du système se fait par un bouton situé sur le panneau de contrôle qui alimente les thermistances des glaces lorsque le capteur lui fournit un signal applicable pour pouvoir maintenir la température de la vitre à un certains niveaux prescrit .

L'application de cette alimentation excite relais qui ferme les contacteurs du circuit de chauffage , ce relais est vite désexcité si un court circuit a eu lieu.

Le fonctionnement du système est schématisé comme suite :



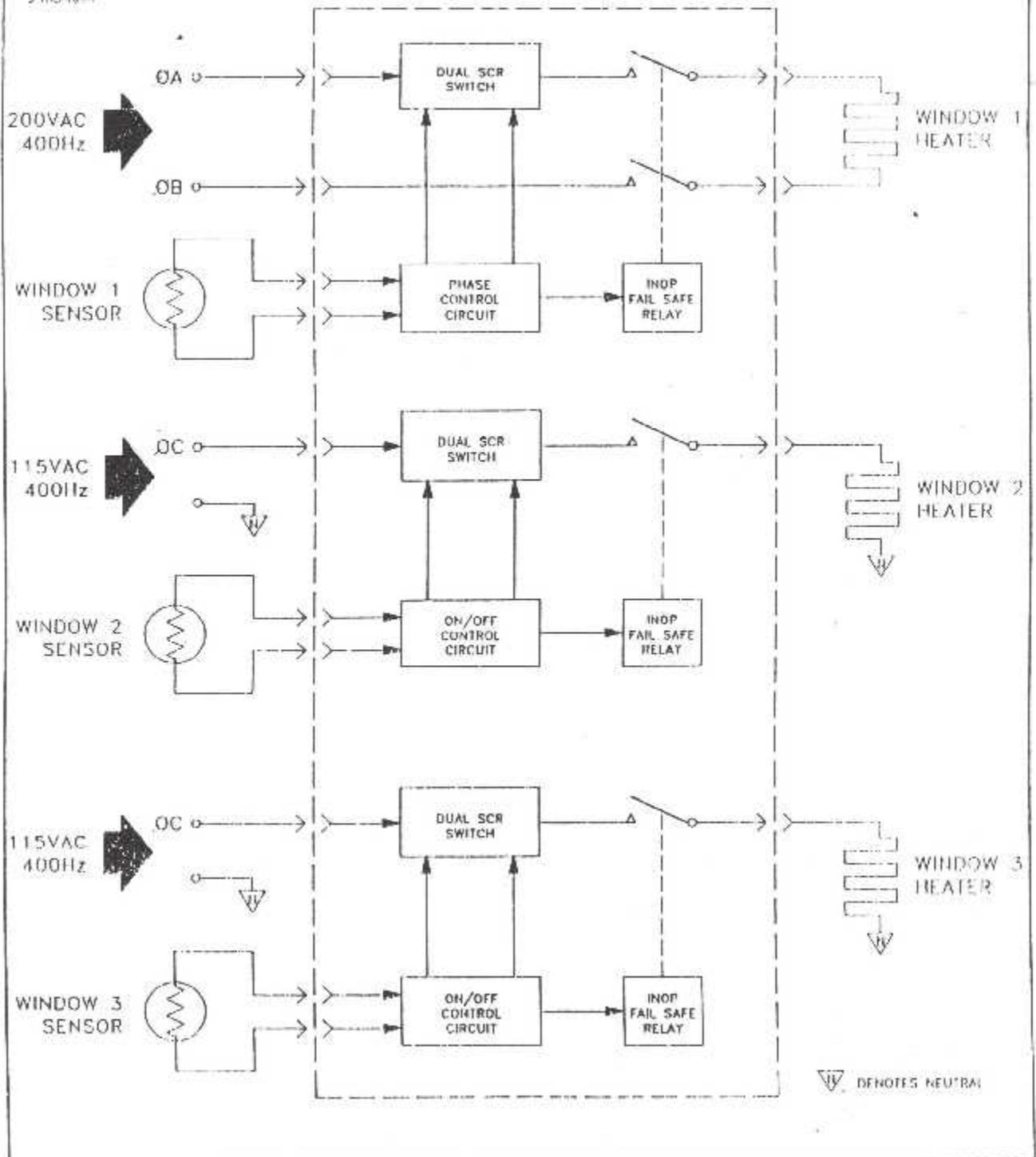
M10395 - WINDOW HEAT CONTROL PANEL (P5)



M10398 - MISCELLANEOUS TEST PANEL (P61)

(B) (C)  
 Flight Compartment Window Anti-Icing - Component Location  
 Figure 1

J 190-101A



System Control Circuits  
Figure 2

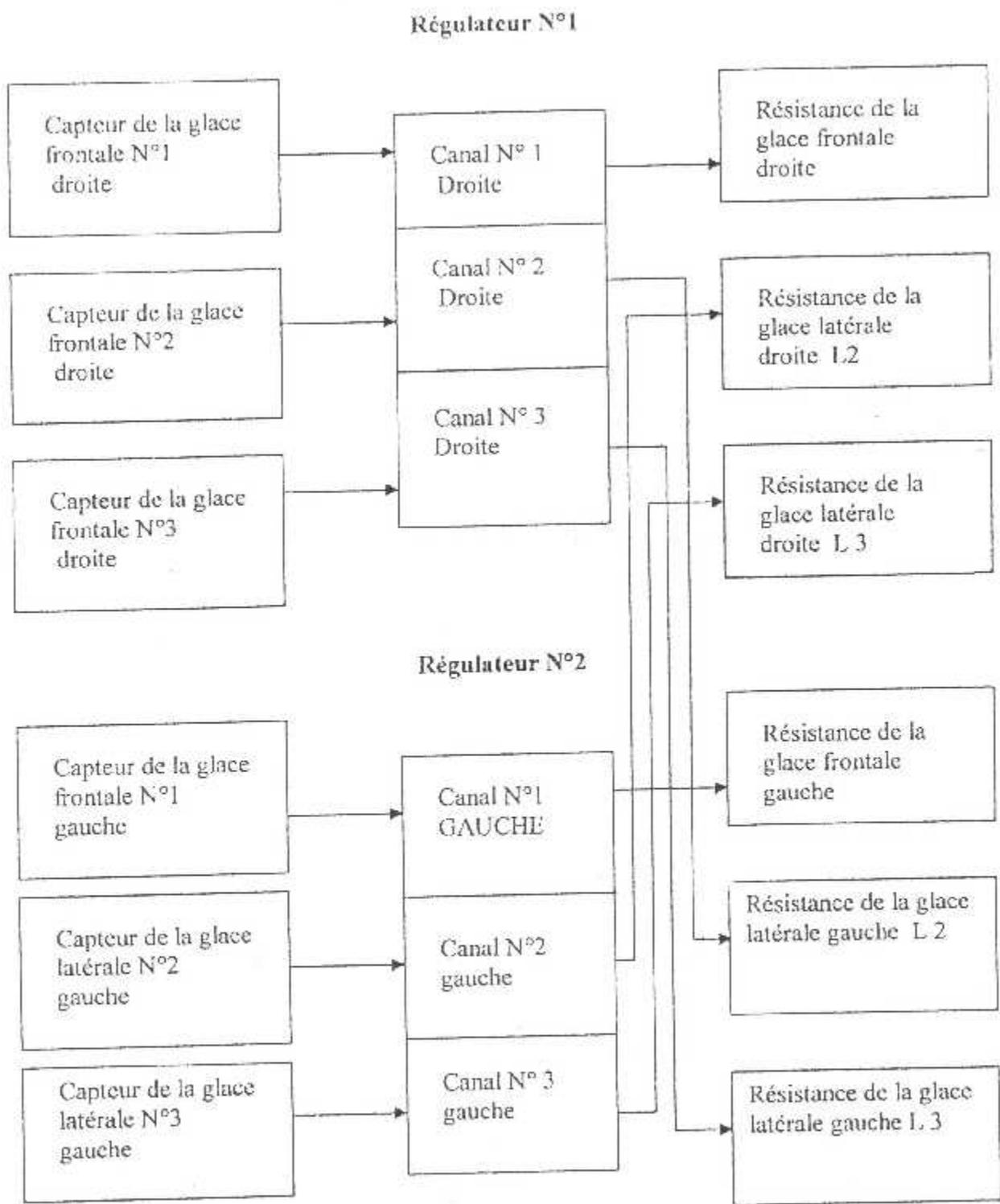
#### 4-Structure générale du système de régulation des glaces chauffantes :

##### -Introduction :

Le système de régulation d'une glace chauffante est constitué de :

- Une résistance chauffante montée sur la glace.
- Un capteur de température.
- Un régulateur constitué de trois canaux de contrôle.

Le schéma synoptique système de régulation est représenté sur la figure suivante



**Schéma synoptique du principe de fonctionnement du régulateur des glaces chauffantes**

#### 4-1-Description des glaces :

Les vitres frontales gauche et droite sont appelées boucliers , car elles représentent la partie affrontant l'air , les vitres 2 et 3 forment la partie latérale de l'ensemble glaces du poste de pilotage .

Toutes ces vitres sont équipées d'une couche qui les réchauffe électriquement empêchant ainsi la formation du givre et la concentration de l'humidité sur les glaces du cockpit .

Les vitres frontales N°01 et les vitres latérales N°03 représentent la partie immobile du compartiment , et chacune d'elle possède trois points de fixation et deux capteurs de température en avant de la lisière supérieur de chaque vitre .

Les vitres latérales N°02 représentent la partie mobile qui s'ouvrent par glissement ( coulissante ) elles sont placées entre les vitres N°01 et N°03 .

les glaces sont représentées sur la figure N° (03)

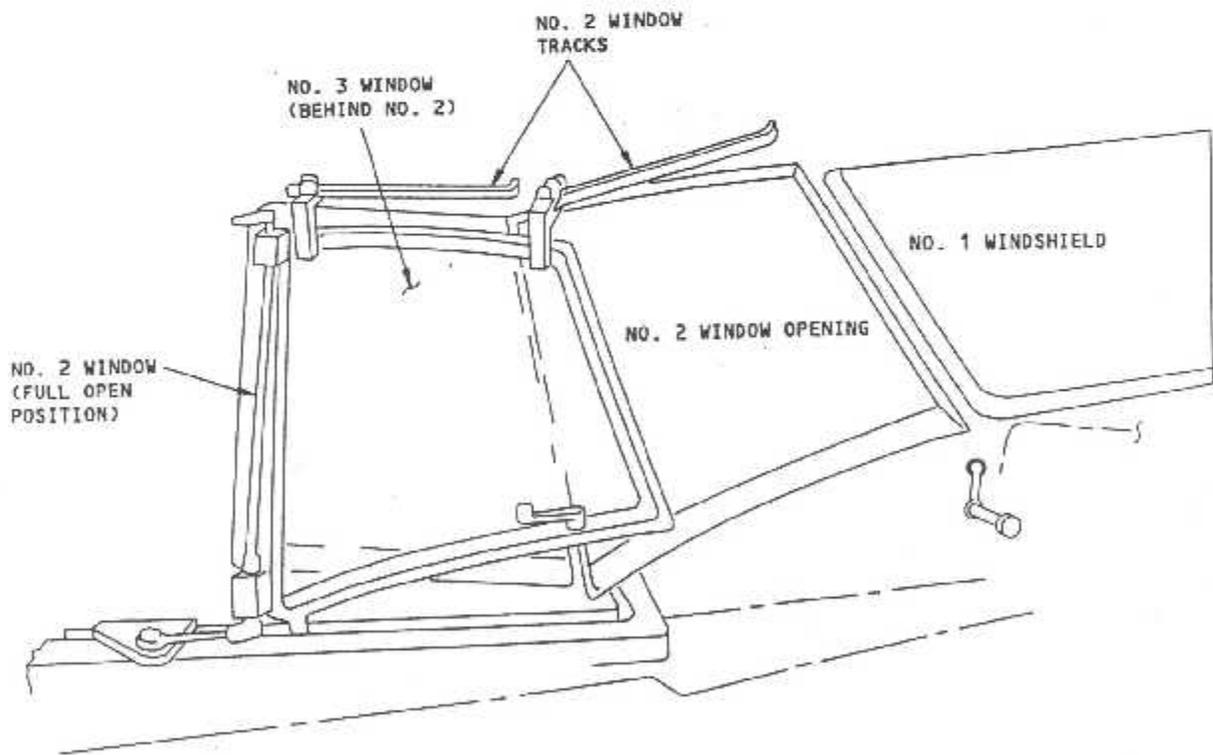
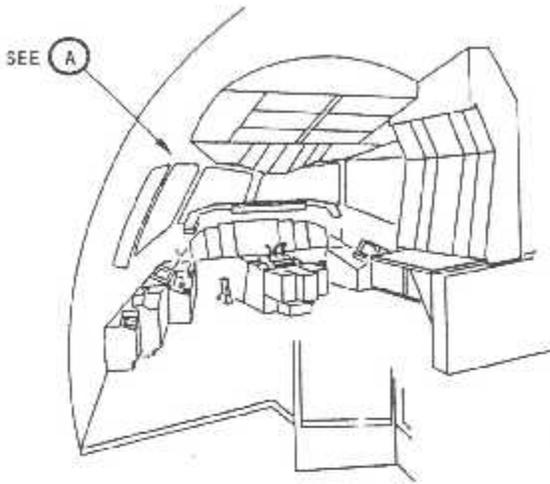
#### Structure des glaces :

Les vitres du cockpit sont composées de plusieurs couches superposées.

Les vitres frontales se composent de trois couches de glaces séparées par deux autres couches du poly vinyle butyrique ( pvb ) .

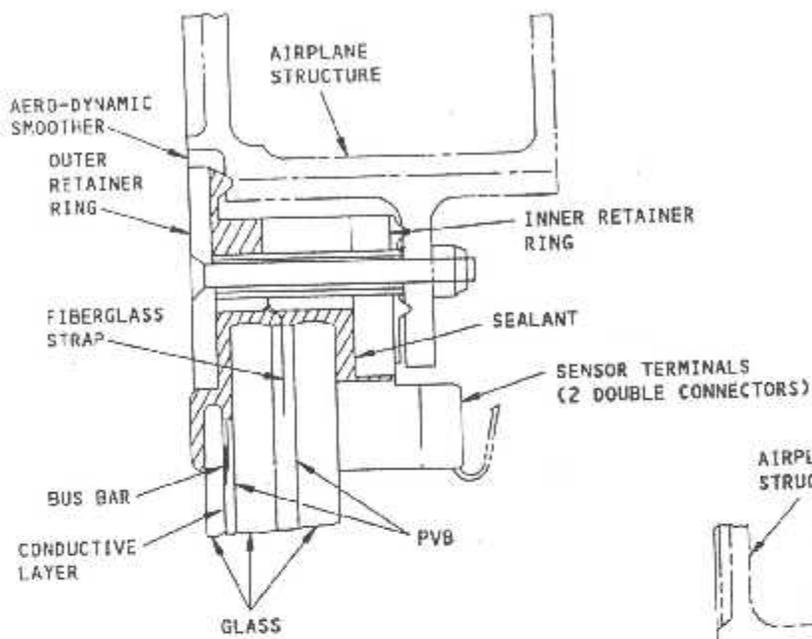
Les vitres latérales N°02 sont composées de deux couches d'acrylique séparées par une couche interne de la textile tendre en nylon ( pvb ) et deux couches de verre formant la partie superficielle des glaces (fig.04) .

Les autres vitres latérales N°03 sont formées à leurs tours de deux couches d'acrylique séparées par deux couches interne ( pvb ) , entourées par du verre .

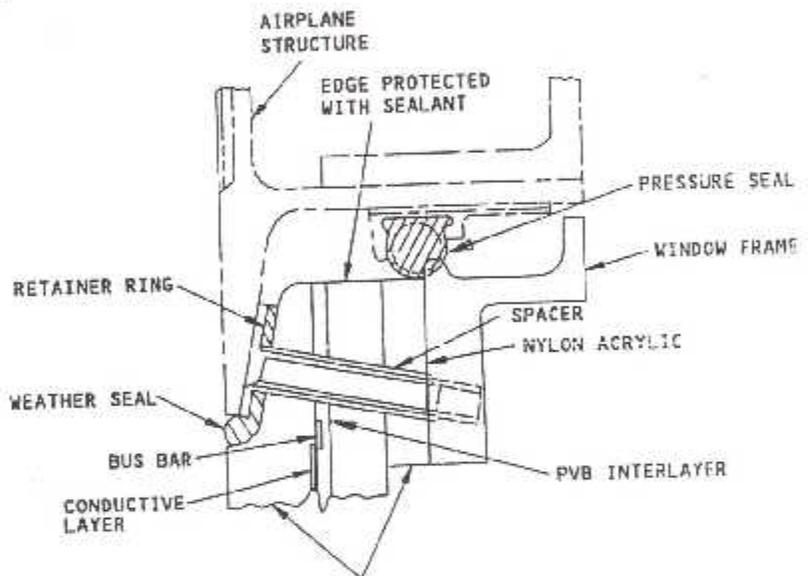


A

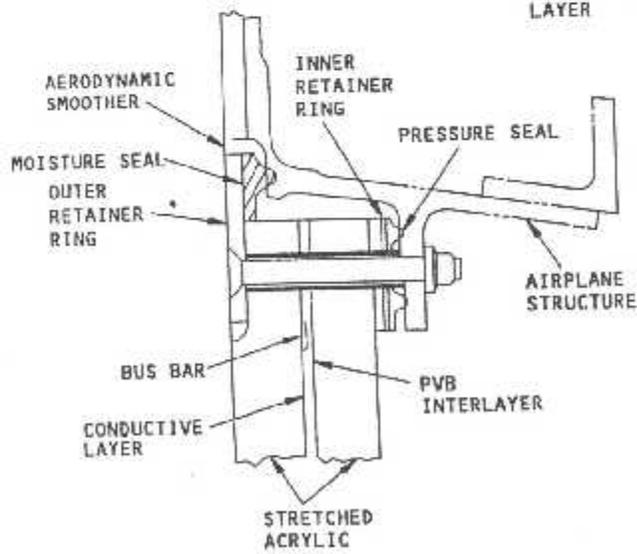
Flight Compartment Windows  
Figure (03)



NO. 1 WINDOW  
(WINDSHIELD)



NO. 2 WINDOW



NO. 3 WINDOW

Flight Compartment Window Structure  
Figure 4

#### 4-2 –Description du capteur de température :

##### Définition :

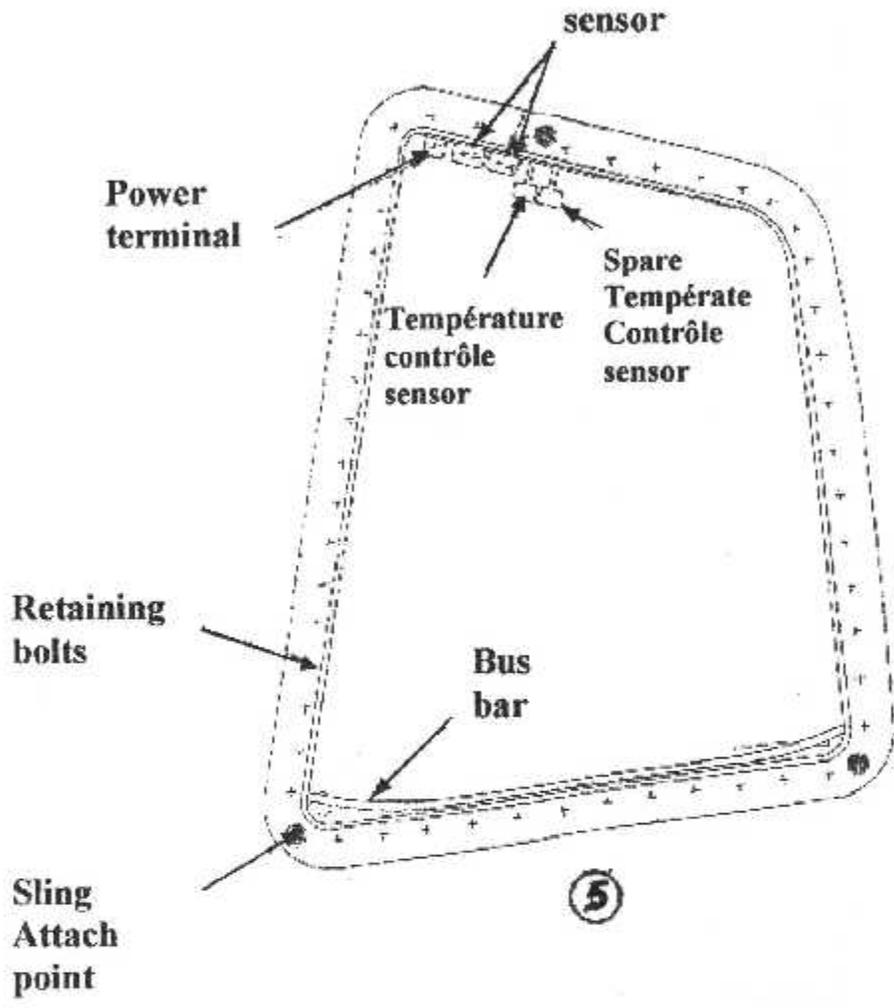
Un capteur de température est une résistance ( thermistance ) dont la valeur varie en fonction de la température , pour le WHICU le capteur est placé près des vitres à l'intérieur du cockpit voir ( figure 05 ), chaque vitre possède deux capteurs ( un opérationnel , et un autre de secours ) .

##### Rôle :

la variation de la température du capteur est analogue à celle des glaces , et c'est à partir de cette variation que le régulateur génère un courant électrique permettant le chauffage des glaces en cas de nécessité.

Pour le capteur d'une vitre frontale , le chauffage débute à . Une valeur approximative à 321,5 ohms , correspondant à 87°F , et s'arrête à 325 ohms correspondant à 95°F .

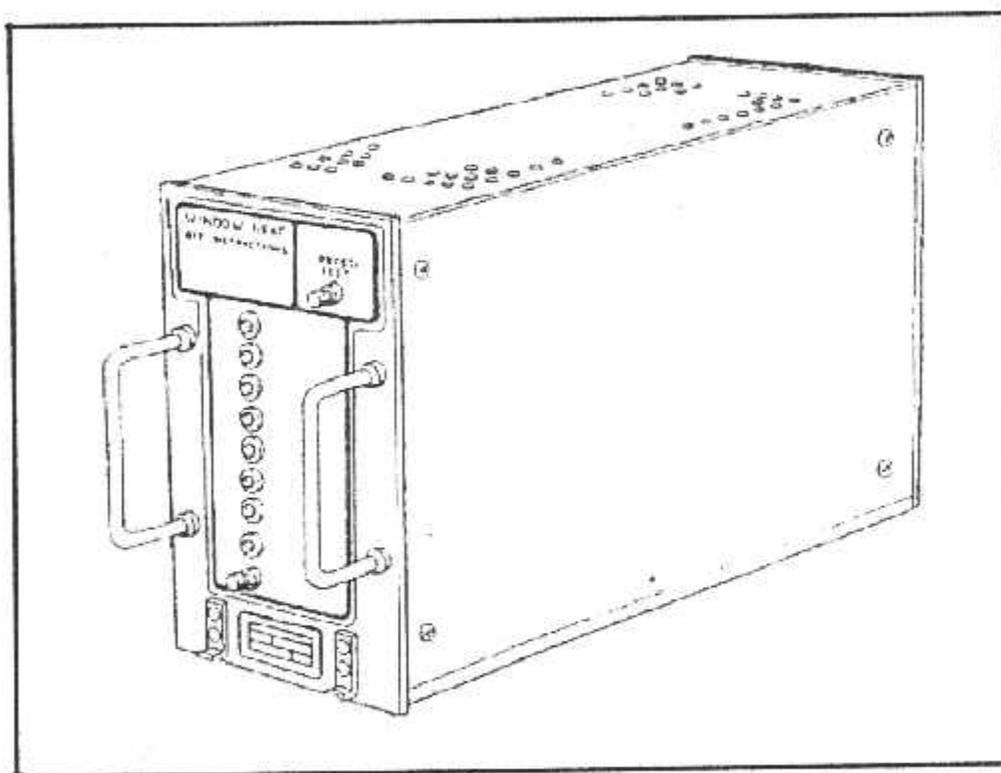
Pour le capteur des vitres latérales le chauffage est déclenché à partir d'une valeur de 331,5 ohms ( 100°F ) et coupé à 335 ohms ( 105°F ) .



**Description du capteur**

### 4-3-Description du régulateur des glaces chauffantes :

Le régulateur WHCU ( Windows Heath Control Unit ) est issu d'une famille de calculateurs de chauffage des vitres développé ,qui est fondées sur la technique de la commutation à 0Volt ( fig.(06)),



**Régulateur des glaces chauffantes du B767**

**Figure (06)**

Le régulateur des glaces chauffantes se compose des éléments suivants :

1/ - Une partie constituée de plusieurs cartes :

- La partie A1 du module BITE ( Built In Test Equipment ) .
- La carte A2 du module de contrôle de glace N°2
- La carte A3 du module de contrôle de glace N°3
- La carte A4 du module de contrôle de glace N°1
- La carte A5 du display ( affichage ) .
- La carte A6 inter connecteur d'interfaçage entre les cartes .

2/ - Une unité de régulation répartie en trois canaux de contrôles qui ont pour rôles :

- Contrôler et chauffer les glaces .
- Distinguer le système défaillant .

Le canal de régulation de vitre frontale fournit à la résistance chauffante ( thermique ) une puissance de 0 à 4000 watts , en fonction de la température désirée .

Le canal de contrôle des vitres latérales fonctionne en ON / OFF et capable de fournir une puissance de 800 watts ( en position On ) .

Il y aura aucune chaleur dégagée vers les glaces latérales avant que l'alimentation est pleinement acquise .

3/ - Six transformateurs ( T1 , T2 , T3 , T4 , T5 , T6 ) et 3 relais ( K1 , K2 , K3 ) le tout est monté sur une plaque à l'arrière de l'unité .

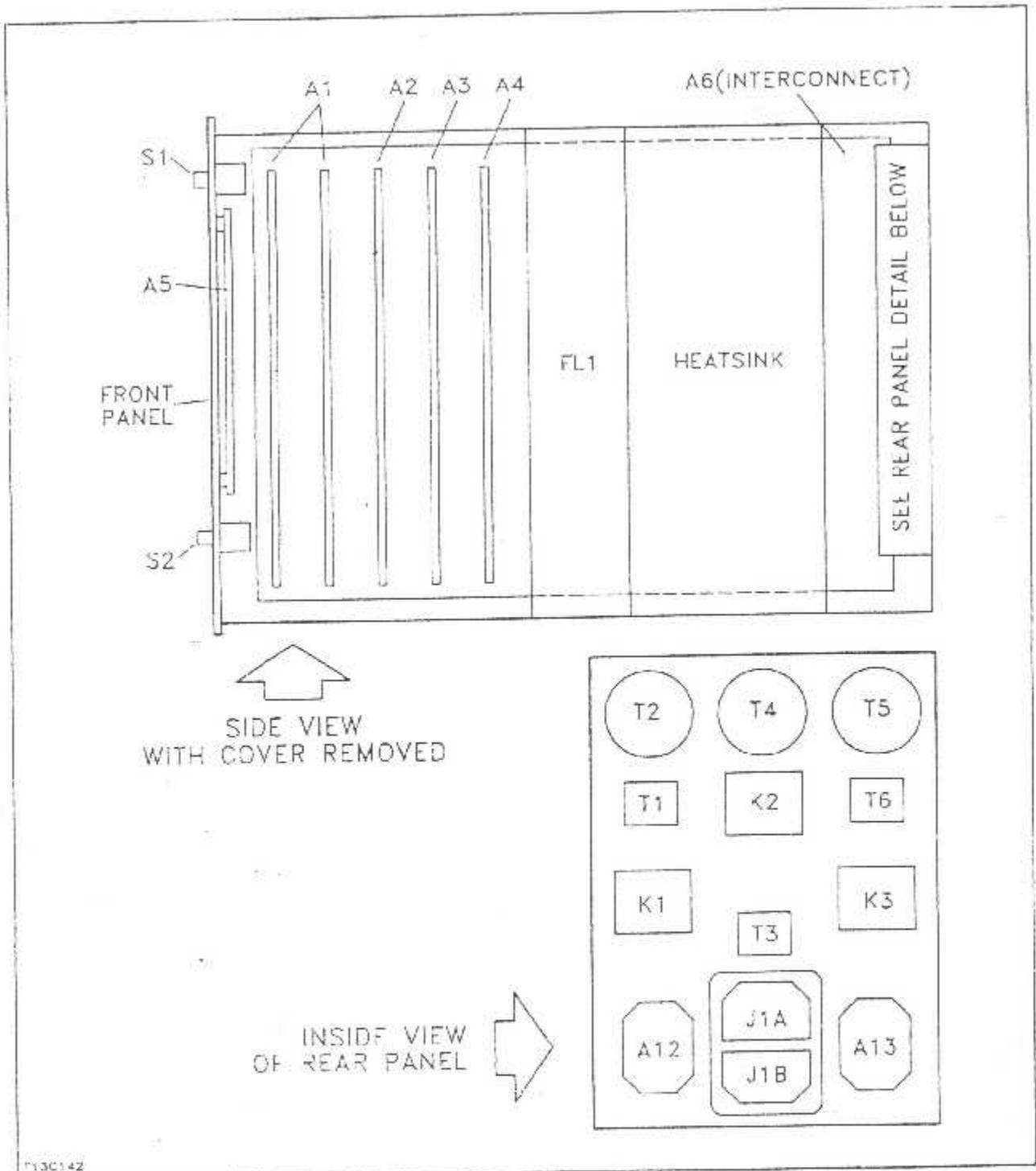
4/ - Un connecteur électrique permettant la liaison entre l'unité et le circuit de bord.

L'alimentation du boîtier permet de délivrer une puissance , atteignant 30 KVA pour une tension alternative , et 50W pour une tension continue.

L'opération de chauffage débute à partir d'une température équivalente à 87°F et s'arrête à 95°F en passant par une température nominale de 91°F .

Afin de nourrir toutes les servitudes du système, le régulateur utilise un connecteur J1 de type « GARRETT » PN°623655-1 formé d'une pièce canons CE 9307-18. Le poids du régulateur est de 6.1Kg et ses dimensions de 20.01Cm x 12.85Cm x 32.41Cm .

Le régulateur et ses différentes cartes sont représentées dans la figure suivante :



PI3C142

Module Location  
Figure (04)

#### 4 - 4- Bite hardware :

##### **A - Microprocesseur :**

Le microprocesseur est un composant électronique minuscule , fabriqué le plus souvent en silicium , qui regroupe un certain nombre de transistors élémentaires interconnectés. Le microprocesseur exécute les fonctions d'unité centrale d'ordinateur ( fig. (09-8)).

Le bloc microprocesseur utilisé est représenté par un  $\mu P$  U22 composé d'un bus de donnée ( 08 bits ) , un bus d'adresse ( 16 bits ) , une RAM de 128 bits et un circuit de clock interne. La fréquence d'opération atteint 0.1 MHz .

##### **B - EPROM:**

L'Eprom ( Erasable Programmable Read Only Memory ) , est une mémoire programmable et effaçable à lecture seule , ses circuits possèdent une petite fenêtre de quartz par laquelle des rayons ultraviolets peuvent passer pour effacer leur contenu ( plus précisément tout leur contenu , c'est-à-dire les rendre vierges ) .

L'Eprom utilisé est représenté par U19 ( Fig. (09-8) ) , elle est responsable du programme emmagasiné , qui contient l'instruction Bite requise pour contrôler les opérations du  $\mu P$ . Ces instructions sont stockées dans une mémoire bipolaire ( 2 K \* 8 bits ) .

##### **C - Interface ( input / output ) :**

Le bloc interface est représenté par une carte mémoire qui s'interfère entre le  $\mu P$  du canal de contrôle , le switch test et le module d'affichage ( Fig. (09-8) )

Le dispositif de mémoires d'entrée ( U4 , U6 , U8 , U13 , U15 ) ont des registres à 03 états qui transmettent momentanément les données data d'entrée aux data bus quand cela est permis .

Le dispositif de sortie ( U5 , U7 , U14 , U6 , U17 ) envoient des infos aux divers circuits analogues grâce aux data bus .

#### **D - Décodeur :**

Le décodeur de l'interface et du programme mémoire est accomplie par bloc de décodage , qui est représenté par un dispositif contenant ( U20 , U21 , U23A , U23B ) .

#### **E - L'horloge « Timer » :**

Le bloc est représenté par un compteur U24A et un Flip-flop ( Bascule D ) U28 ; qui transmet les signaux d'interruption , à la demande (IRQ Input du  $\mu$ P U22). Le signal « IRQ » est produit chaque  $2^{14}$  counts .

#### **F - Sûreté intégrée:**

Le bloque est représenté par une bascule D U24B des portes logiques « NAND » U25A , U25B qui contrôlent les opérations du  $\mu$ P U22 .

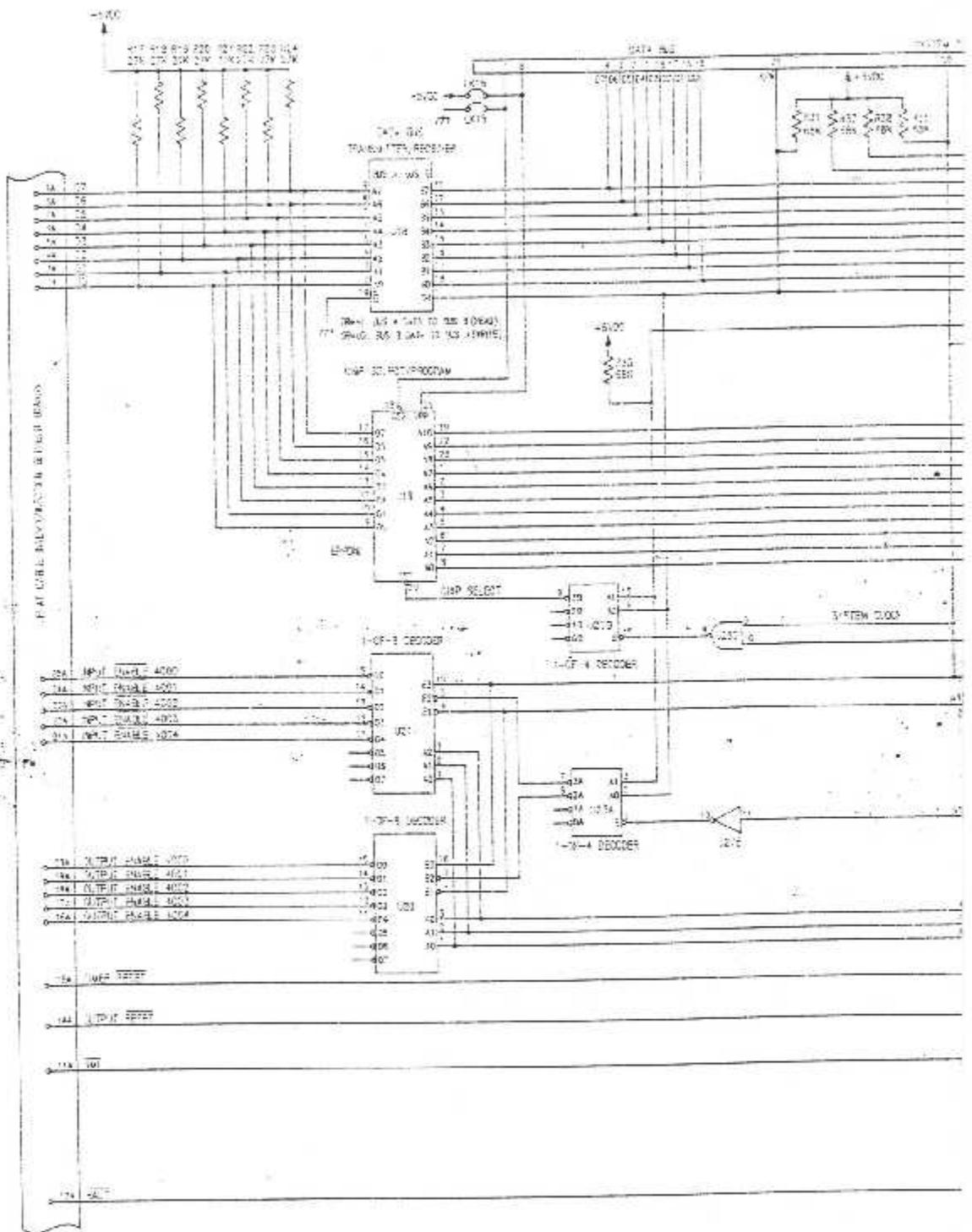
### 5 -Sécurité du circuit :

Toutes les mesures de sécurités ont été prises en considération lors de la conception du (WHCU) a fin d'éviter tout déclenchements intempestifs du chauffage ,En effet des conditions de sûreté sont intégrées aux boîtier, engendrant ainsi un arrêt automatique du chauffage , ces conditions sont :

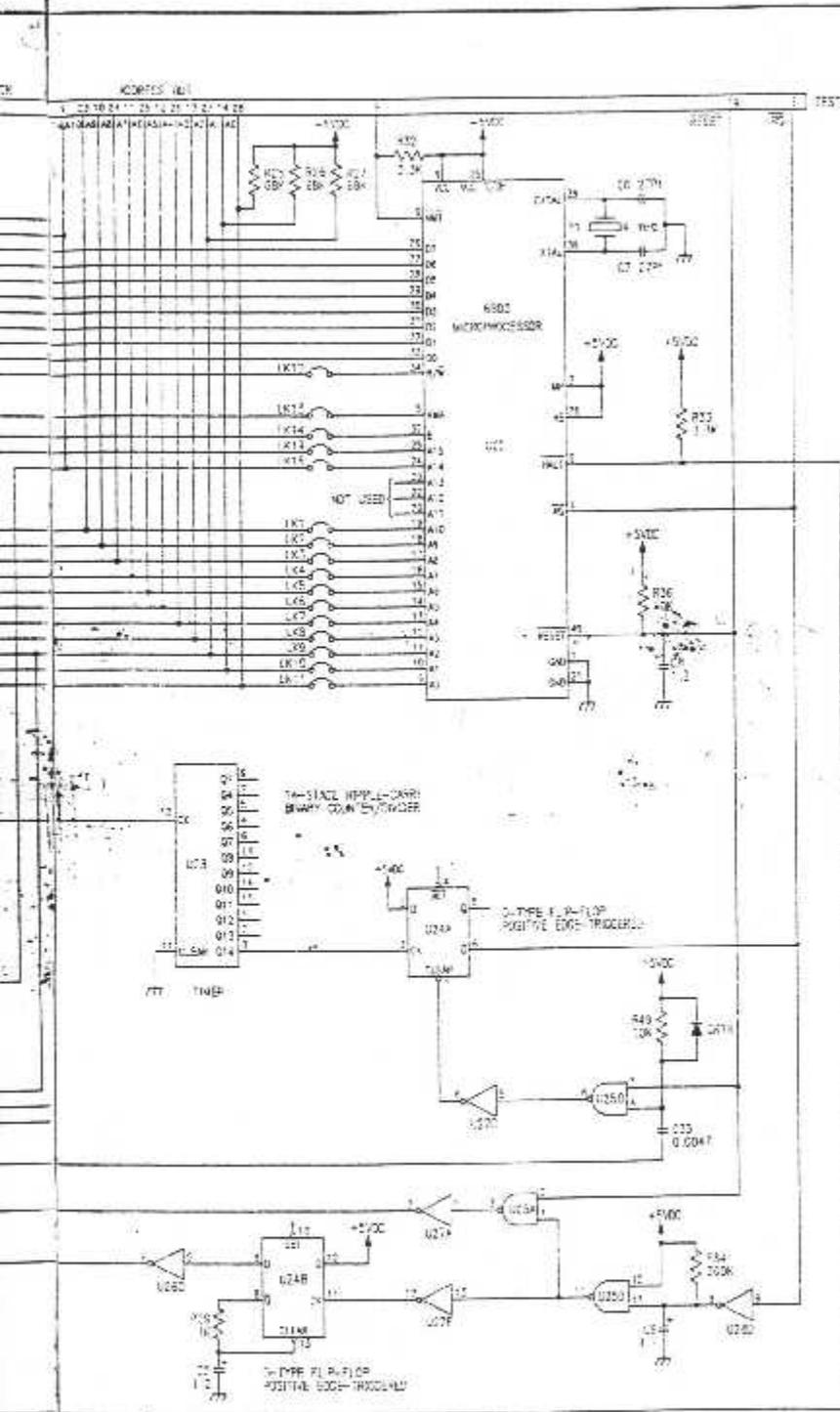
- - Surchauffe .
- - Court circuit de la sonde de température .
- - Circuit ouvert de la sonde de température .
- - Chauffage sans commande .
  - Commande sans chauffage .
- - Sortie asymétrique .
- - Court-circuit du capteur .
- - Capteur (thermistance ) coupé .

Ces différents cas d'anomalies seront étudiés et détaillés dans le chapitre qui suit .

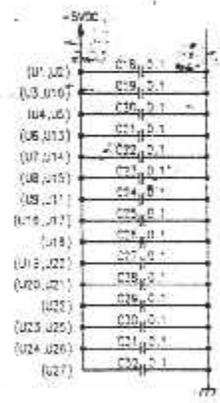
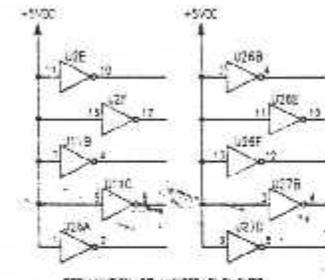
21007-50



BITE Module A1 - Microprocessor, EPROM, and Decoder Schematic - Fig 03 -

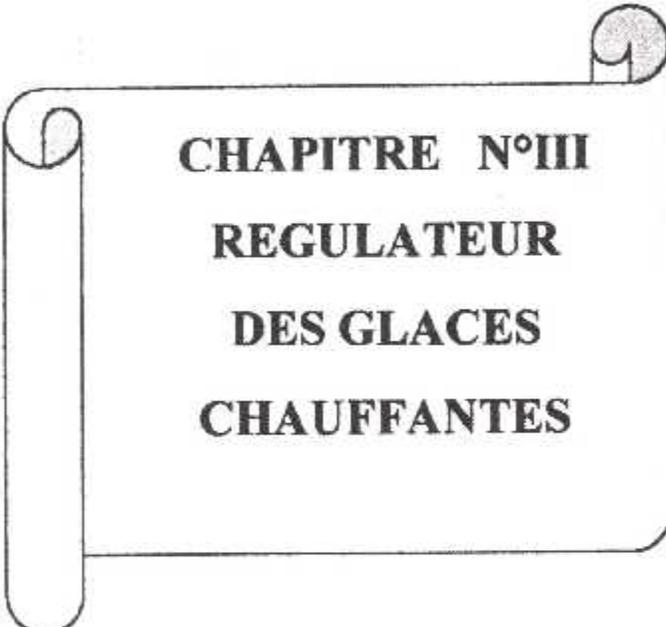


RESISTOR VALUES IN OHMS  
 CAPACITOR VALUES IN MICROFARADS  
 WIRE LINKS LK1 THRU LK16, LK18 AND LK19  
 FOR CIRCUIT BOARD TESTING ONLY  
 FOR COMPLETE COMPONENT IDENTIFICATION WITHIN UML  
 PREFIX ALL REFERENCE DESIGNATORS WITH A1



COMPONENT REF	GENERIC TYPE	PAGE	CONNECTION TO
U18	8415545	22	11
U19	8415544	24	12
U20, U21	8415538	15	8
U22	8415538	15	8
U23	8415534	14	7
U24	8415533	14	7
U25	8415533	14	7
U26	8415534	14	7
U27	8415534	14	7
U28	8415533	16	9

FOR U/D INTERFACE CIRCUIT, SEE FIGURE 107  
 FOR B7E POWER SUPPLY CIRCUIT, SEE FIGURE 108



**CHAPITRE N°III**  
**REGULATEUR**  
**DES GLACES**  
**CHAUFFANTES**

## 1- Introduction générale :

Comme nous l'avons déjà définie , le WHCU est un système qui permet la régulation de la température des glaces avant d'un avion «pare-brise » . Et cela d'une façon permanente afin de lutter contre le givre et ses conséquences .

Sur le Boeing 767 , on a 02 régulateurs WHCU et chaque régulateur possède 03 canaux de contrôle qui fonctionnent de la manière suivante :

Un canal relié à la glace frontale d'un coté et les deux autres canaux reliés aux glaces latérales de l'autre coté ( sachant qu'on a deux régulateurs ) .

## 2-Le canal de contrôle de la glace frontale :

### Introduction :

La régulation de la température des glaces frontales se fait grâce à un canal de contrôle autonome qui fonctionne suivant la variation instantané de la température détectée par un sensor , son circuit figure sur la carte A4 .

### 2-1- L'alimentation du canal de contrôle de la glace frontale N°01 :

Il est alimenté par une tension de 200 VAC et 400 HZ , capable de fournir à la résistance chauffante de la glace frontale une puissance maximale de 4000 watts

La résistance chauffante liée à la glace permet le chauffage de la glace Afin de la dégivrer .

## 2-2- principes du fonctionnement du contrôleur de phase :

### **Module de contrôle de phase :**

Le module de contrôle de phase permet la régulation de la puissance d'alimentation délivrée vers les glaces en faisant varier la valeur de la phase du signal en fonction de la température détectée par le capteur ( sensor ), placé sur les glaces .

$$P_i = R ( I_{\max} \sin ( \omega t + \theta ) )^2$$

$$P_i = R ( I_{\max} \sin ( 2\pi f t + \theta ) )^2$$

Le signal d'alimentation possédant une forme sinusoïdale est contrôlée par le module de contrôle de phase suivant les équations précédentes .

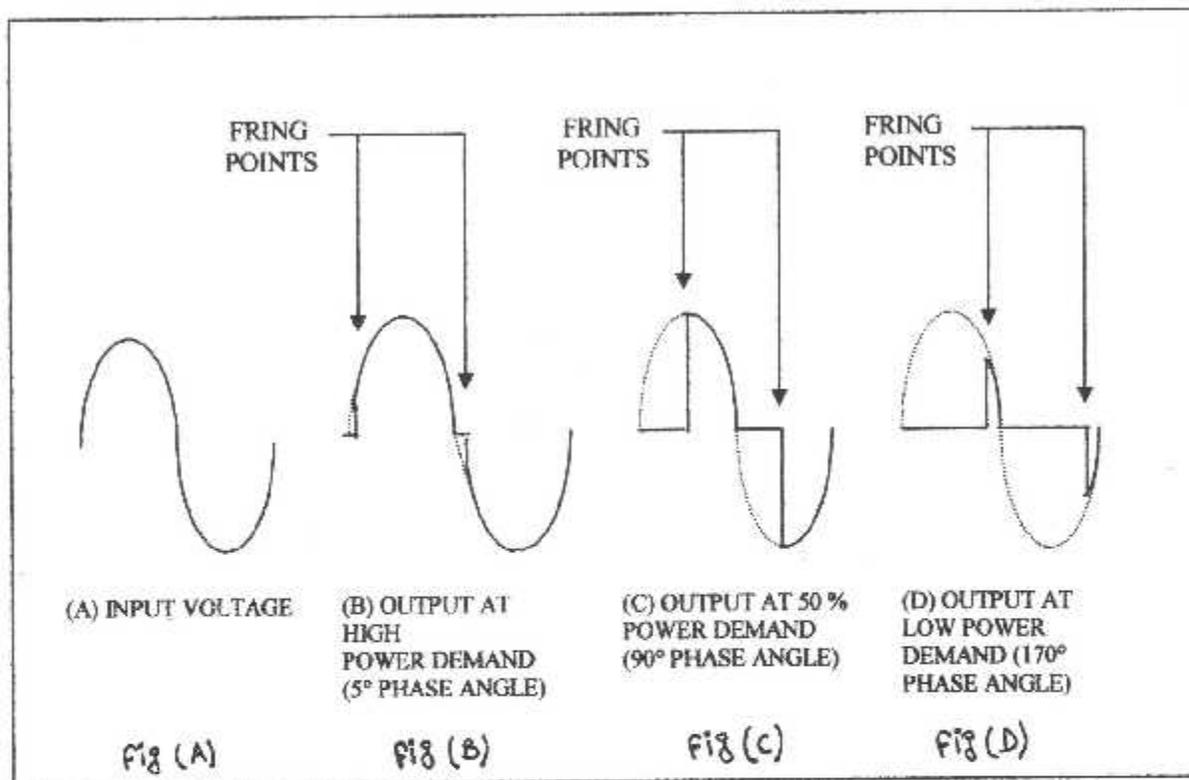
### **Quelque exemples sur le contrôleur de phase :**

À la phase d'angle  $0^\circ$ , le signal est sollicité au début du cycle d'alimentation , ce qui permet d'avoir 100 % de la puissance d'alimentation à la sortie vers la résistance chauffante ( fig.A ) .

Au moment où la température de la glace augmente , l'angle de phase augmente , ce qui fait réduire la puissance à la sortie vers la glace , et cela d'une phase approximative à  $5^\circ$  ( fig.B )

À la phase d'angle  $90^\circ$ , la sortie reçoit  $\frac{1}{2}$  de la puissance d'alimentation ( fig. C ) .

À la phase d'angle  $170^\circ$ , la température de la glace sera proche de la température désirable (  $91^\circ\text{F}$  nominale ) . La puissance dissipée à la sortie diminue, et une fois que la température aura atteint la valeur nominale , la puissance dissipée vers la glace sera égale à zéro , car le passage du signal doit être fermé ( 0 % de la puissance d'alimentation vers la glace ) .



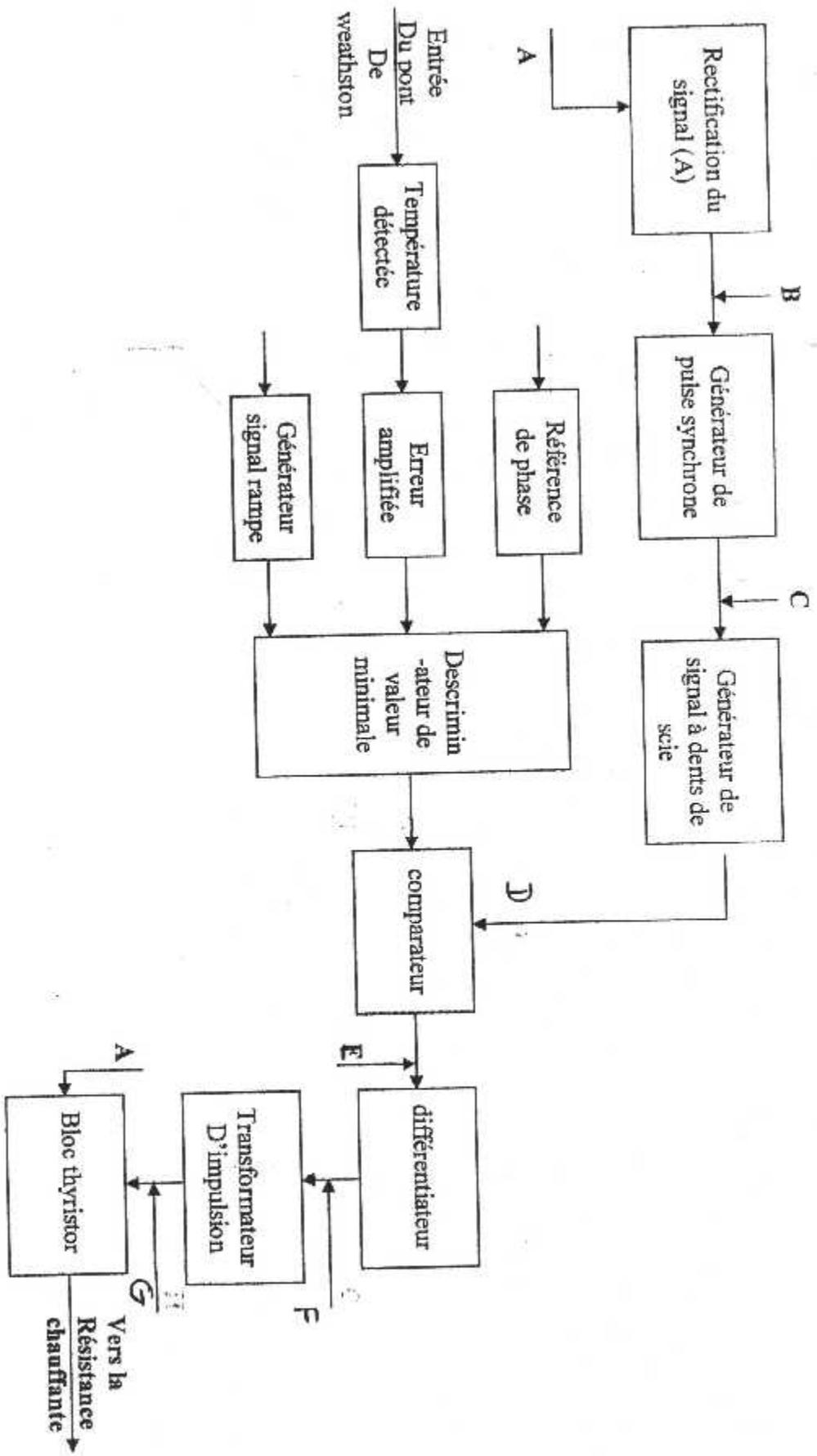
**Le rôle du contrôleur de phase :**

Le module de contrôle de phase permet de réguler la température de la glace frontale d'une façon permanente, en variant l'angle de phase de 0° à 180° et la puissance de sortie de 0% à 100 % de l'alimentation en dépit de la valeur de température de la glace détectée par le sensor.

**2-3-Structure générale du canal de contrôle ia de glace frontale :**

**Schéma synoptique :**

Notre canal de contrôle fonctionne suivant le schéma synoptique suivant :



- schéma synoptique du contrôleur de glace frontale -

### Différents blocs constituant le circuit du canal de contrôle et leurs fonctionnements :

Le contrôleur de phase se compose de :

- Pont de Wheatstone .
- Générateur rampe .
- Discriminateur .
- Circuit à retardement .
- Générateur en dents de scie .
- Comparateur et oscillateur .
- Bloc de thyristor .

#### **A - Pont de détection de la température, et l'erreur amplifiée :**

Un pont de Wheatstone est un système qui permet de contrôler la température d'un mécanisme grâce à la thermistance constituant son quatrième élément , la valeur de cette dernière varie en fonction de la température provoquant ainsi un basculement instantané du pont .

On appelle sensor , la résistance variable placée dans le pont de Wheatstone et considérée comme élément variable du pont .

Le pont de wheatstone se compose d'une thermistance ( sensor ) , des résistances ( R5 , R6 , R11 et R12 ) , une résistance variable R19 qui a pour rôle de fixer une tension de référence , avec une polarisation de 7.5 VDC .

Le pont de Wheatstone bascule suivant la valeur de la température détectée par le sensor .

Lorsque le pont est équilibré, la tension de sa sortie ainsi que celle de l'erreur amplifiée seront à zéro, ce cas correspond au point limité de la température 95° ( la résistance du capteur est à 330 ohms ).

Dés que la température diminue au dessous de la température nominale de 91°F ( la résistance du sensor est approximative à 325 ohms ), le pont sera déséquilibré ( bascule ), et les amplificateurs AR1, AR2 indiquent une valeur supérieure à zéro

En s'abaissant de 4°F de la température nominale ( la résistance du sensor est à 320 ohms ), le pont sera complètement déséquilibré et la sortie de AR1 donnera une tension allant jusqu'à 14 VDC , correspondant à un chauffage maximum .

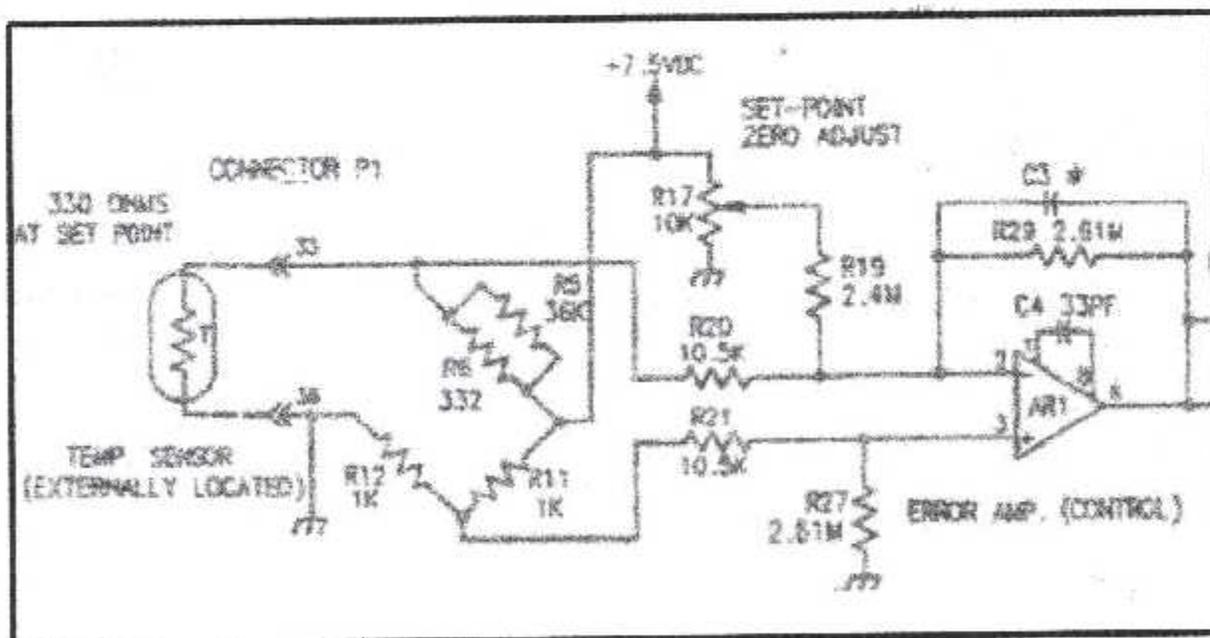


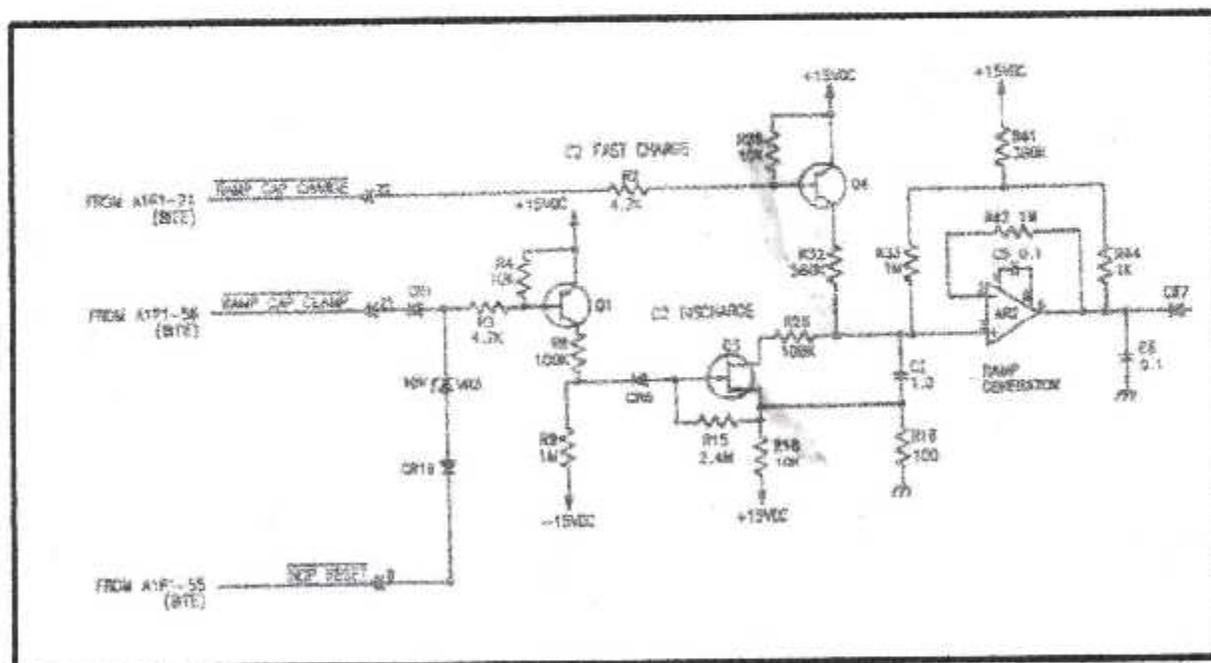
Schéma électrique du pont de Wheatstone

**B - Générateur du signal rampe :**

Le générateur rampe se compose d'une capacité C2 , des résistances ( R33 , R41, R42 R44 ) et d'un amplificateur opérationnel AR2 , ce dernier fournit le signal rampe .

Dés que le transistor Q1 se bloque , la tension issue au diviseur de tension formée entre R8 et R9 sera approximative à ( -10 VDC ) , la diode CR6 conduira , entraînant ainsi la charge de la capacité C2 à travers la résistances R41 et R33 qui permet à l'amplificateur opérationnel AR2 de générer le signal rampe .

Lorsque le switch est ouvert ou une panne surgit ( détectée par le circuit de simulation des pannes ) , la diode CR6 se bloque , le transistor Q3 conduit et la capacité CR2 se décharge à travers la résistance R26 .



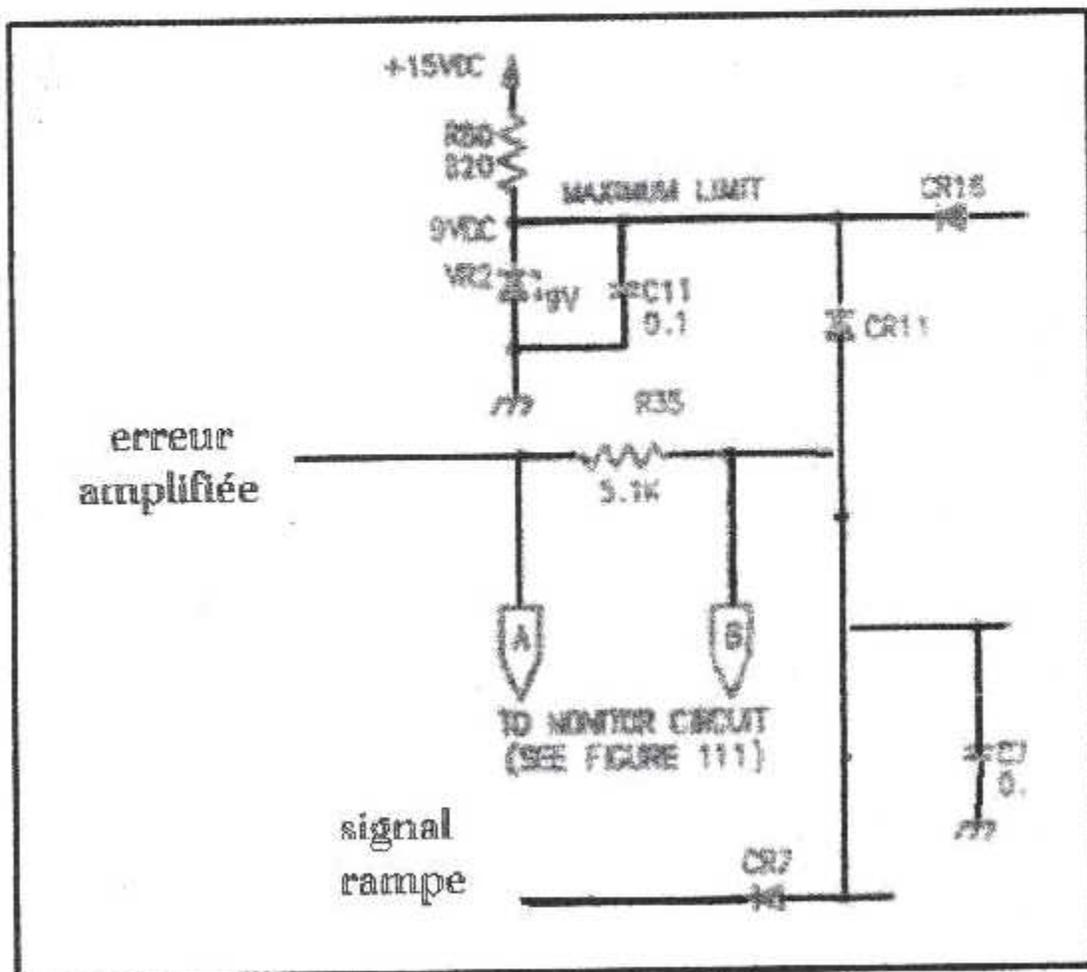
**Schéma électrique du générateur rampe**

**C - Discriminateur des signaux :**

Le discriminateur se compose de deux diodes CR7 et CR11, il permet la sélection du signal le plus faible de ces trois signaux ( le signal d'erreur amplifiée, le signal rampe et l'angle de phase max de référence ).

Le signal de sortie de AR1 ( erreur amplifiée ) sera comparée avec le signal du générateur rampe, et celui de l'angle de phase maximale ( 9,6 VDC ).

Lorsque le signal de sortie de AR1 ( erreur amplifiée ) est inférieur au signal du générateur rampe, et respectivement inférieur à 9.6 VDC. Les diodes CR7 et CR11 lui bloquent le passage, car c'est au signal de l'erreur amplifiée de passer vers le circuit à retardement ( Delay clamp ).



**Schéma électrique du discriminateur**

Si le signal d'erreur amplifié est supérieur à 9,6 VDC, la diode CR11 conduira, et la diode zéner VR2 fixera une tension de 9 VDC, et si en même temps le signal rampe est inférieur à 9,6 VDC, la diode CR7 conduira, et cette fois-ci c'est le signal rampe qui passera vers le circuit à retardement.

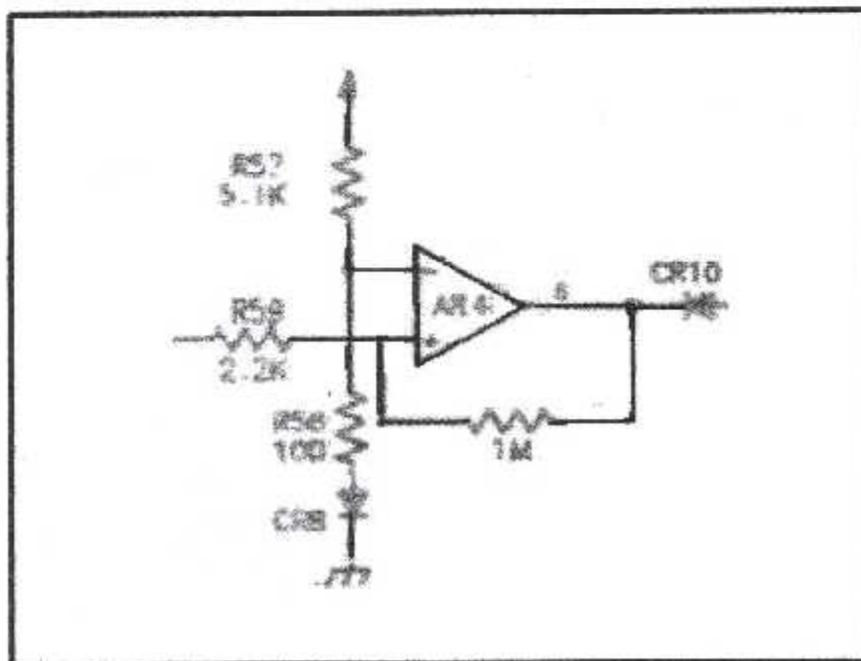
Mais si le signal de l'angle de phase maximum est le plus faible des autres signaux, donc c'est ce dernier qui passe ( CR7 ne conduit pas, et c'est CR11 qui conduit ).

#### D - Circuit à retardement ( delay clamp ) :

Le circuit se compose de résistances ( R57, R58, R59, R64 ) et d'un amplificateur opérationnel AR4.

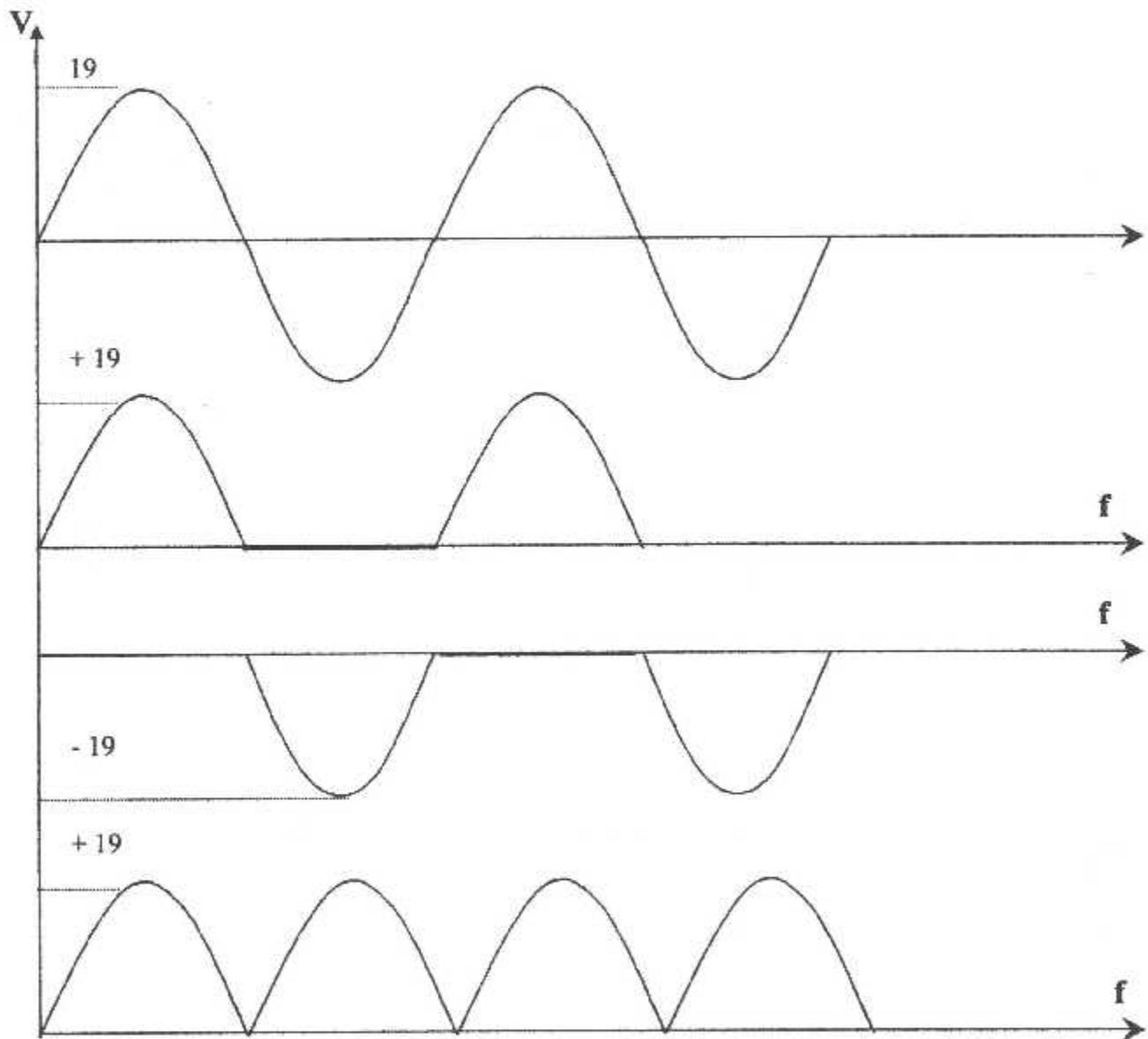
La sortie du comparateur est entièrement saturée à ( -14 VDC ), au moment où c'est le signal rampe qui passe vers la sortie du discriminateur, et attaque l'entrée non inversée ( l'entrée positive ) de l'amplificateur opérationnel AR4, en même temps, si le signal de référence se trouvant au niveau de l'entrée inversée ( l'entrée négative ) de l'amplificateur opérationnel croît et atteint la valeur approximative de 0,9 VDC.

La sortie du comparateur basculera et qui sera entièrement positive ( + 14 VDC ), et suivant ce processus que la diode CR10 bloque et retarde le passage du courant à travers le bloc durant 4 secondes ( temps de basculement ).



### E - Générateur de signal à dents de Scie :

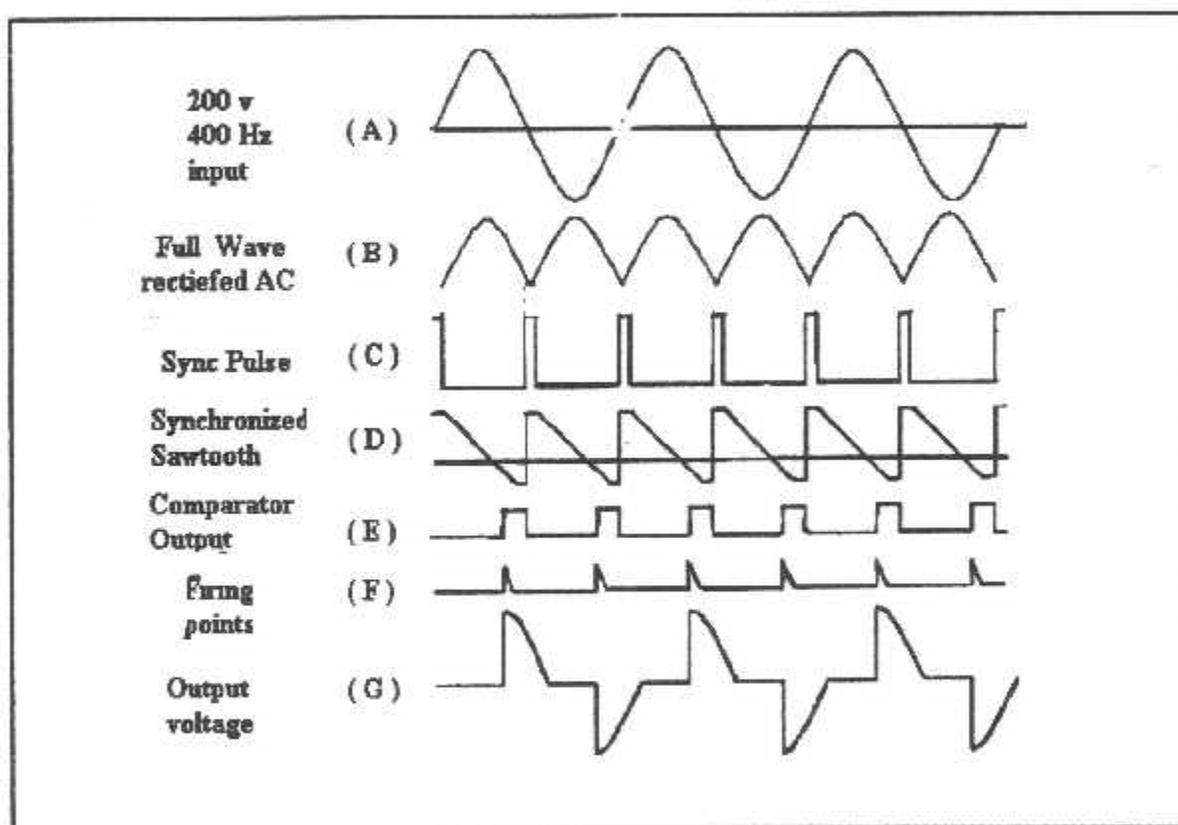
Le transformateur à point milieu de la figure 112 génère une tension de type double alternance d'une valeur de 19 V , a partir d'une alimentation de 115 VAC et 400 HZ .



**Signal de sortie du transformateur à point milieu ( double alternance )**

Le transformateur T1 envoie des impulsions de gâchette vers les thyristors Q5 et Q6

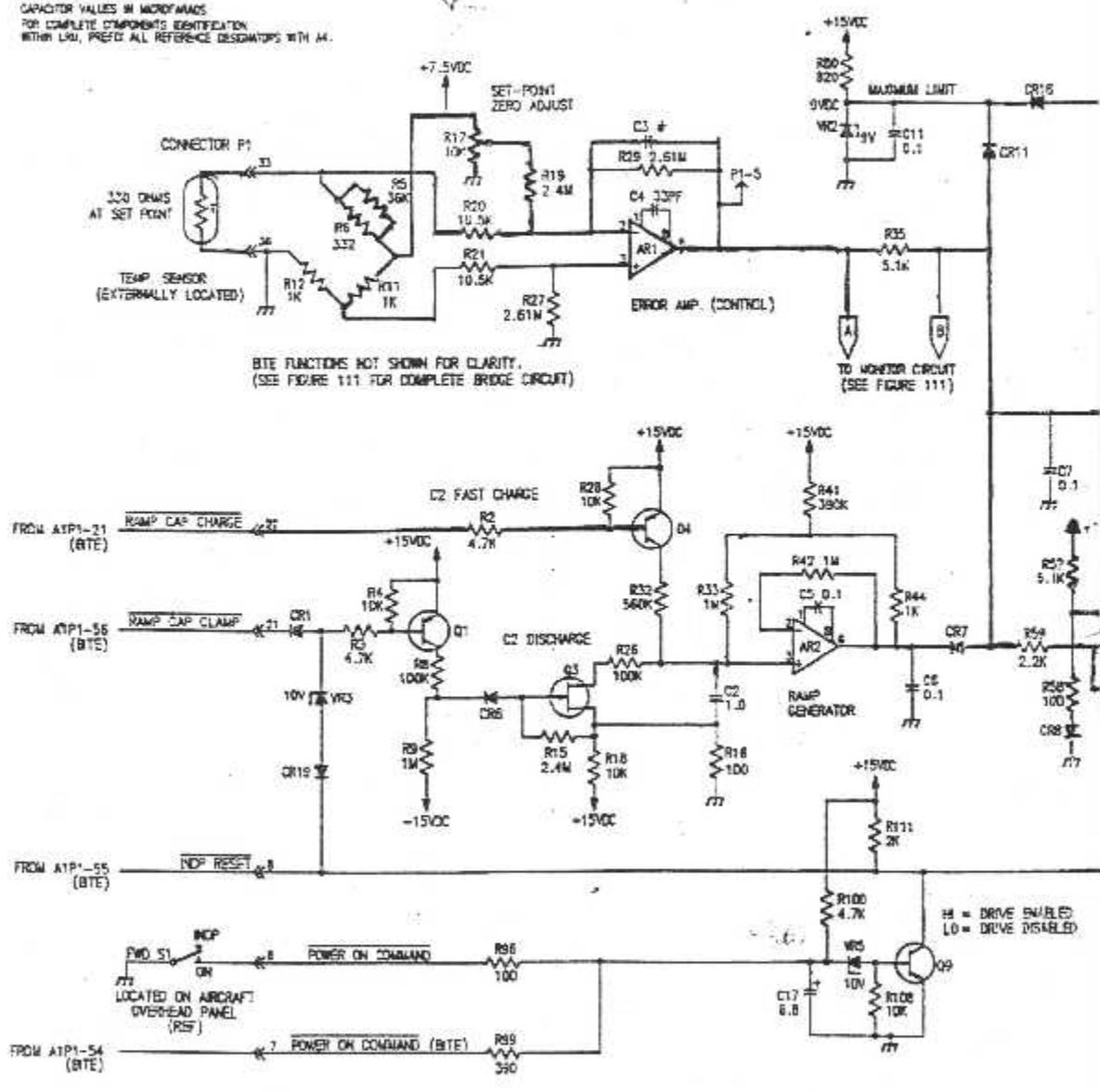
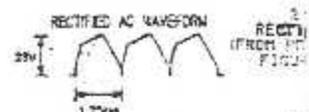
- Les résistances R1 et R2 protègent le transformateur T1 des hautes tensions .
- Les diodes CR2 et CR3 empêchent les impulsions négatives d'accéder à la gâchette une impulsion de gâchette positive pousse le thyristor Q5 à faire passer les alternances positives , et le thyristor Q6 à faire passer les alternances négatives du signal 200V / 400HZ permettant ainsi d'alimenter la glace frontale ( 01 ) .



**2 – Schéma électrique :**

le schéma électrique du canal de contrôle est représenté dans les figures suivantes :

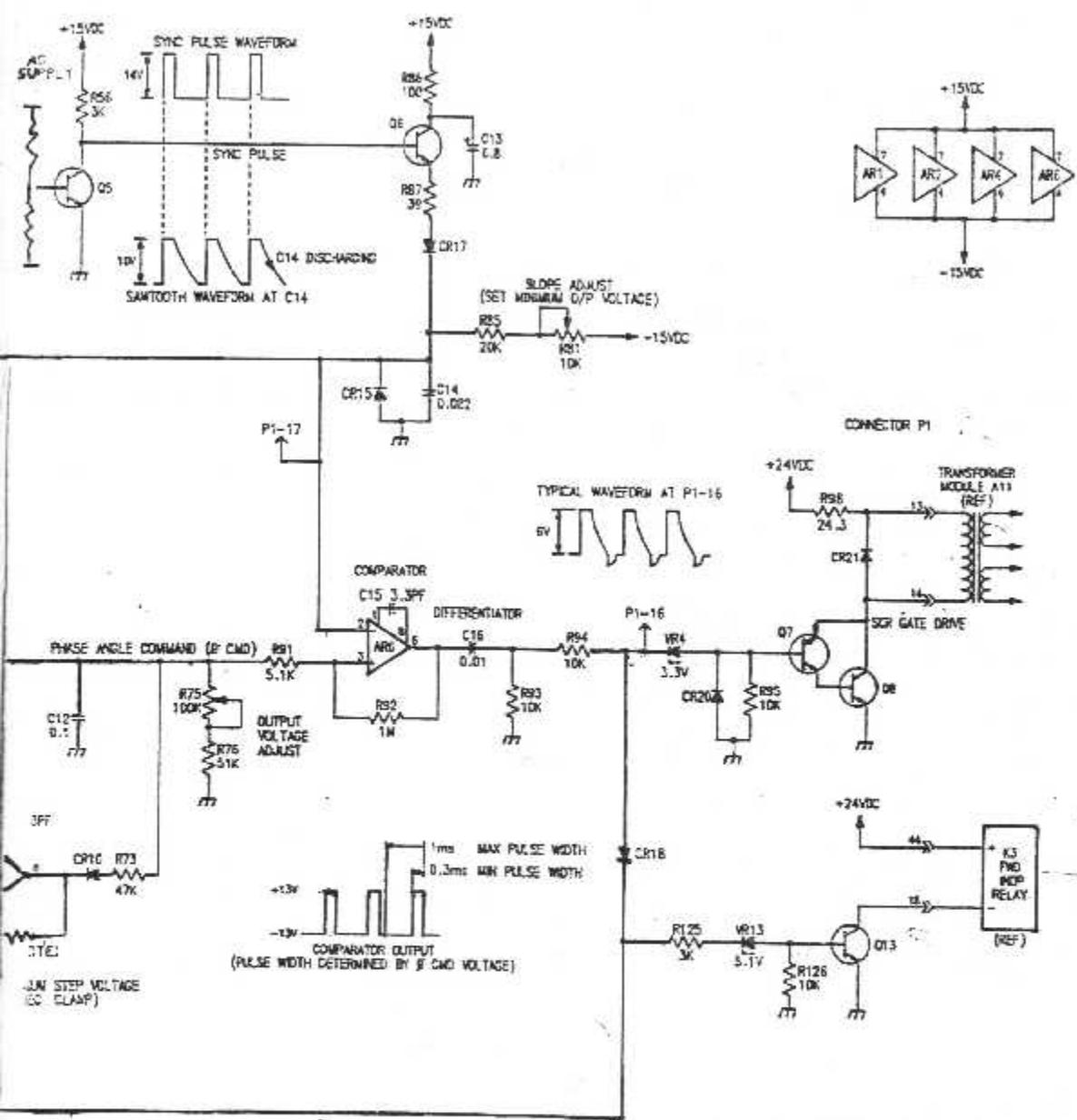
- ◀ DENOTES CONTACTS ON CONNECTOR P1
  - DENOTES VOLTAGE BUS LINES (VOLTAGE AS INDICATED AT ARROW-HEAD)
  - ◊ OFF PAGE CONNECTION REFER TO ILLUSTRATED PARTS LIST FOR VALUE
  - (REF) DENOTES ITEMS SHOWN FOR REFERENCE ONLY
- RESISTOR VALUES IN OHMS  
CAPACITOR VALUES IN MICROFARADS  
FOR COMPLETE COMPONENTS IDENTIFICATION WITHIN LRU, PREFIX ALL REFERENCE DESIGNATORS WITH A.



BITE FUNCTIONS NOT SHOWN FOR CLARITY.  
(SEE FIGURE 111 FOR COMPLETE BRIDGE CIRCUIT)

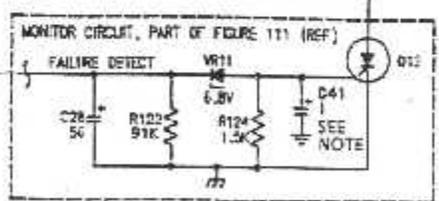
H = DRIVE ENABLED  
L = DRIVE DISABLED

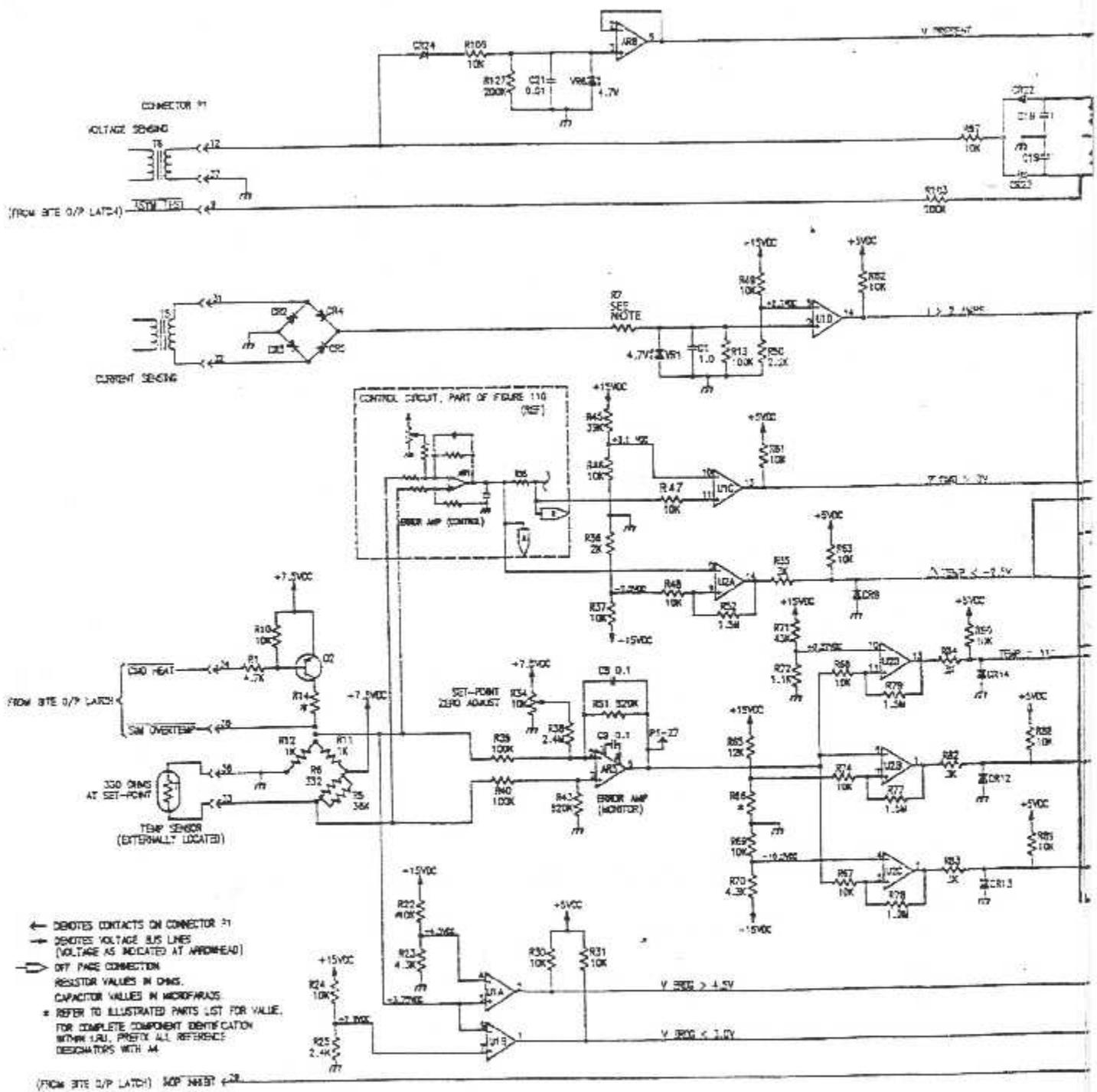
Phase Control Module A4 – Control Circuit Schematic  
Figure 10



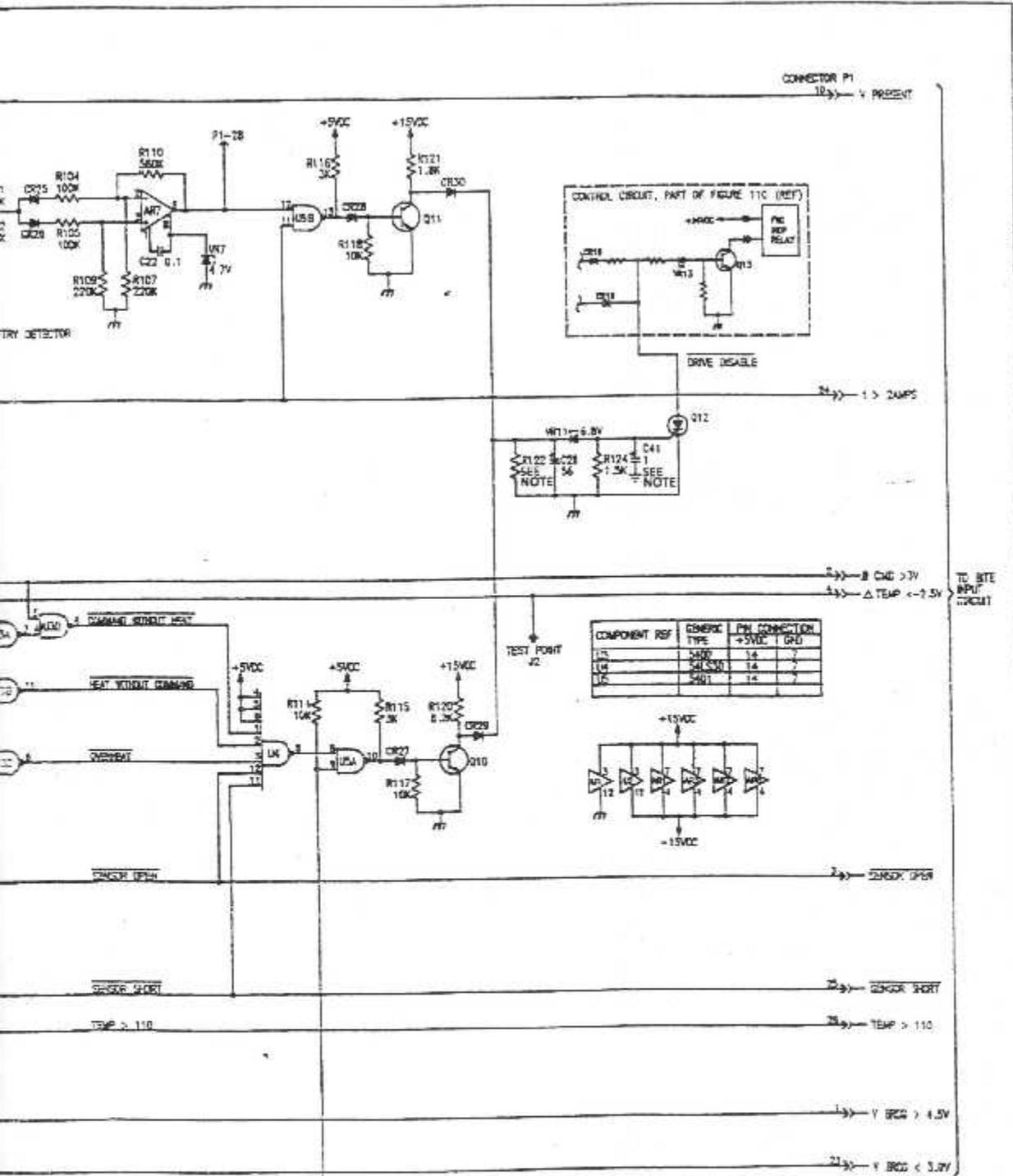
NOTE: PRE SB624066-30-10.  
 R54 VALUE IS 2.4K.  
 POST SB 624066-30-13.  
 R54 VALUE IS 510K.  
 POST SB 624066-30-19.  
 C41 ADDED.

FOR MONITOR CIRCUIT, SEE FIGURE 111  
 FOR POWER SUPPLY CIRCUIT, SEE FIGURE 112

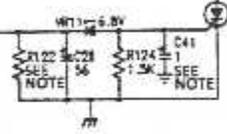
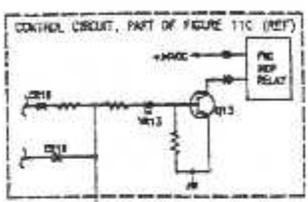




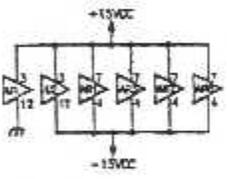
Phase Control Module A4 - Monitor Circuit Schematic  
Figure 11



CONNECTOR P1  
12 → V PRESENT



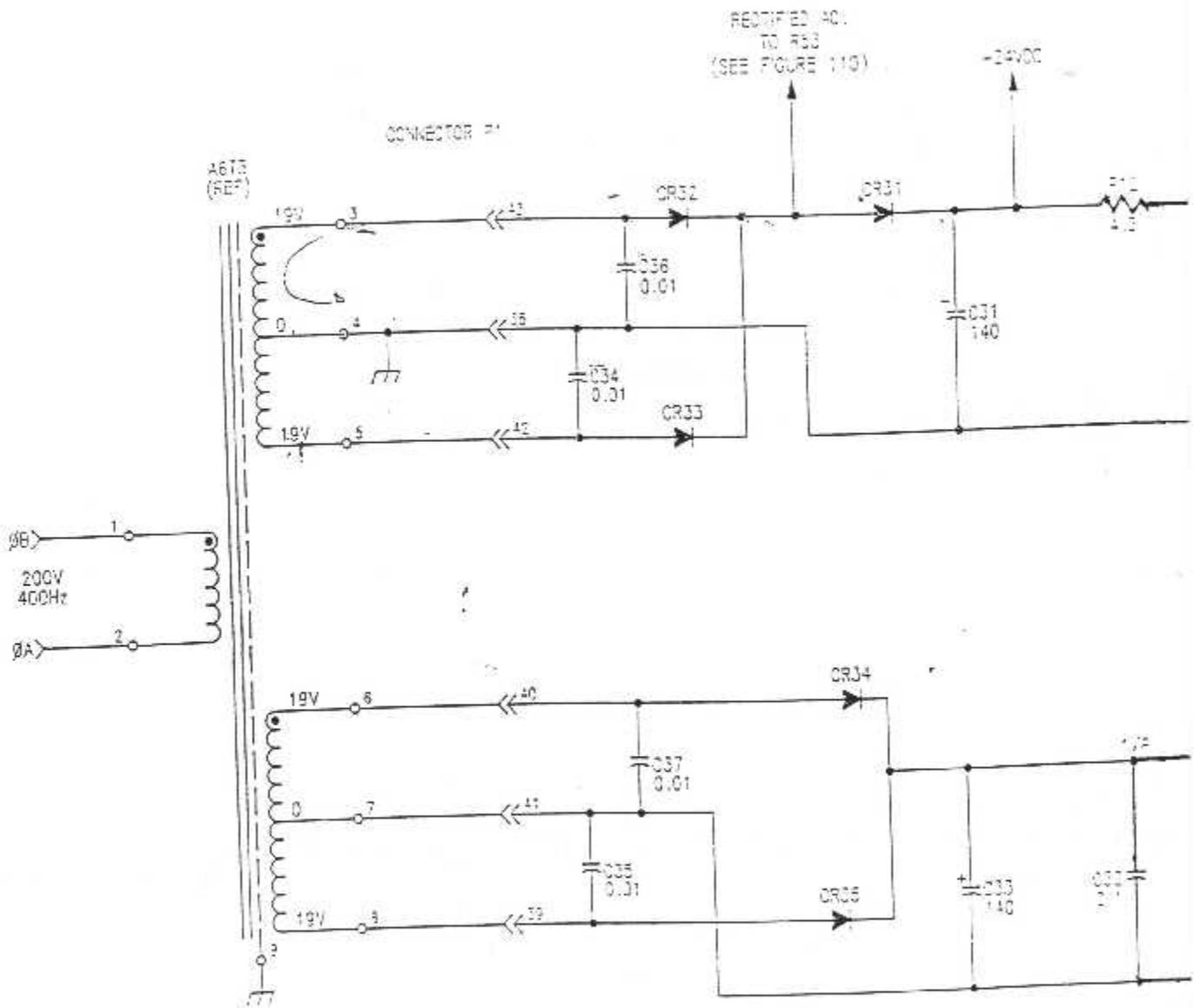
COMPONENT REF	GENERIC TYPE	PIN CONNECTION
R11	5K	1-4
R12	5K	1-4
R13	5K	1-4



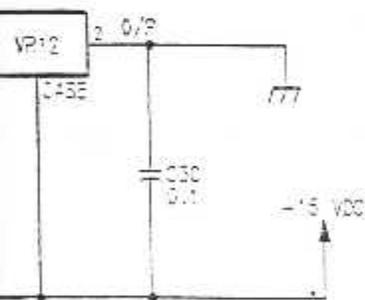
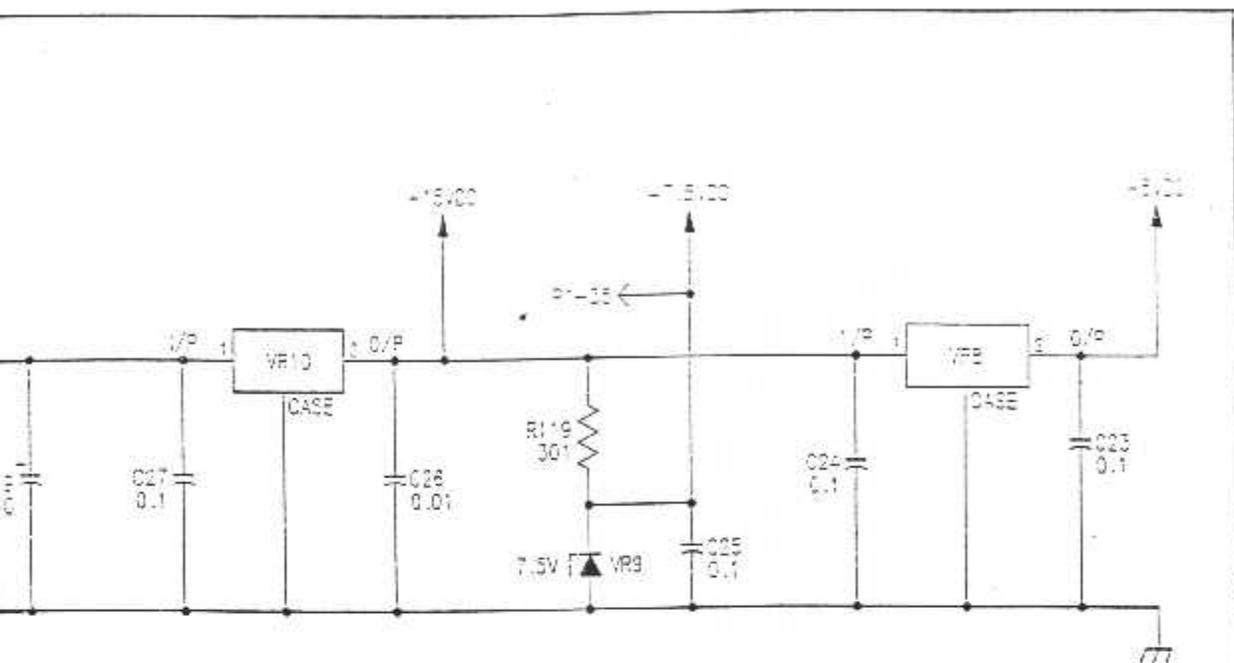
NOTE: PRE SB 624066-30-16, R122 VALUE IS 510K  
 POST SB 624066-30-16, R122 VALUE IS 91K  
 PRE SB 624066-30-18, R7 VALUE IS 10K  
 POST SB 624066-30-18, R7 VALUE IS 100K  
 POST SB 624066-30-18, C41 ADDED

FOR CONTROL CIRCUIT, SEE FIGURE 110  
 FOR POWER SUPPLY CIRCUIT, SEE FIGURE 112

61007070



Phase Control Module A4 — Power Supply Schematic  
Figure 12



- ← DENOTES CONTACTS ON CONNECTOR P1
- DENOTES VOLTAGE BUS LINES (VOLTAGE AS INDICATED AT ARROWHEAD)
- (REF) DENOTES ITEM SHOWN FOR REFERENCE ONLY
- RESISTOR VALUES IN OHMS
- CAPACITOR VALUES IN MICROFARADS
- FOR COMPLETE COMPONENT IDENTIFICATION WITHIN URM, PREFIX ALL REFERENCE DESIGNATORS WITH 44

REF CONTROL CIRCUIT SEE FIGURE 1110  
 FOR CONNECTOR SCHEMATIC SEE FIGURE 1111

La carte électrique (  $\Lambda_4$  ) représenté dans la figure .10 , comprend un bloc de teste , permettant la sécurité du bon fonctionnement du canal de contrôle de la glace frontale .

A l'état initiales , on a les conditions suivantes :

- Le switch forward lié à la carte (  $\Lambda_4$  ) est ouvert .
- Le transistor Q9 est saturé .
- Le transistor Q13 est bloqué .
- Le relais K3 est désexcité , La lampe INOP FWD est allumée .
- La diode zoner VR3 conduit une tension approximative à 10,6 VDC au niveau de la jonction des diodes CR1 et CR3 .
- Le transistor Q1 saturé , et le circuit conduit .

Dés qu'on ferme le switch , les conditions suivantes doivent remplis exister:

- Le transistor Q9 est bloqué .
- Le transistor Q1 est bloqué .
- Le transistor Q13 est saturé .
- Le relais K3 est excité suite à l'augmentation de la température, ce qui permet l'allumage du panneau de sécurité .

#### • Simulation des défauts ( sûreté intégrée ) :

Le système possède les facultés de simuler et mémoriser différents types d'anomalies dues à la givre et à ses conséquences ( figure.11 ) .

Dans cette partie , on va essayer de définir les différents défauts et pannes qui peuvent subvenir lors du fonctionnement de notre système de régulation et comment les détecter .

## A – Asymétrie :

L'asymétrie est une situation rencontrée lorsque la tension fournie aux glaces est une sinusoïde non symétrique, contenant un seul type d'alternance soit positive soit négative

La tension qui traverse la résistance chauffante est détectée par le transformateur  $T_6$ , elle alimente au retour le circuit de commande de phase ( Carte  $A_4$ ) afin de simuler le teste d'asymétrie.

Le système de contrôle de l'asymétrie est composée de :

- Diode  $CR_{23}$  et capacité  $C_{19}$  qui détectent les faibles tensions positives.
- Diode  $CR_{22}$  et capacité  $C_{18}$  qui détectent les faibles tensions négatives.

## Fonctionnement :

Dans l'état normal : la sortie du demi-cycle positif est égale à la sortie du demi-cycle négatif, Les tensions respectives des capacités  $C_{19}$  et  $C_{18}$  seront égales et opposées, par conséquent la sortie est nulle donc la sortie de  $AR_7$  est à zéro.

- On cas d'anomalie, les conséquences sont résumées dans le tableau ci-dessous.

Défaut	Cause	Vérification
Asymétrie	Les demi-cycles positifs ou négatifs du signal sont présents à la sortie de l'unité de contrôle, et non les deux à la fois.	La sortie de $AR_4$ est à 4.volts. La sortie de $U7B$ est basse. Le transistor $Q11$ est saturé. Le thyristor $Q12$ est actionné. Le transistor $Q13$ est saturé. Le relais $K3$ est désexcité, et la lampe $FWD INOP$ est allumée.

## B – Chauffage sans commande :

Ce cas se produit lorsque le régulateur « WHCU » fournit une puissance permettant le chauffage des glaces alors que la température de ces dernières est convenable .

Le transformateur T<sub>5</sub> détecte le courant qui traverse la résistance chauffante , et alimente au retour le circuit de contrôle de phase ( carte A<sub>4</sub> ) permettant ainsi au microprocesseur de sauvegarder l'anomalie , et de la simuler par un teste résumé dans le tableau suivant :

Défaut	Cause	Vérification
Chauffage sans Commande.	Le courant piqué Est supérieur à une certaine valeur ( I > 2 amps ) et la température détectée est supérieur à la nominale ( T > 91°F )	La sortie de U1D est haute. U2A est en position haute. La sortie de U3B est basse. La sortie de U4 conduit. Le Transistor Q10 est saturé. Le thyristor Q12 est actionnée. Le transistor Q13 est saturé. Le relais K3 est désexcité et la lampe. FWD INOP est allumée

## C – Commande sans chauffage :

C'est lorsque la température des glaces diminue au dessous de la température nominale et le régulateur doit chauffer , mais ce dernier ne chauffe pas .

Le courant est détecté par le transformateur T<sub>5</sub> , alimentant au retour le circuit de contrôle de phase ( carte A<sub>4</sub> ) , le teste est résumé dans le tableau :

Défaut	Cause	Vérification
Commande sans chauffage.	<p>Le courant relevé est supérieur à la valeur de référence (<math>I &gt; 2</math> amps) et la température prélevée inférieur à la température nominale (<math>T \leq 91^{\circ}\text{F}^{\circ}</math>)</p>	<p>U1 D en position haute  U2 A en position haute  U3 B en position basse  La sortie de U4 conduit.  Le transistor Q10 saturé.  Le thyristor Q12 initié.  Le transistor Q13 saturé.  Le relais K3 désexcité et la lampe. FWD INOP s'allume .</p>

### D-Surchauffe :

Ce cas se produit lorsque le régulateur fournit de l'énergie pour chauffer les glaces , malgré que la température de ces dernières est supérieure à la température nominale .

Le courant est toujours détecté par le transformateur  $T_5$  ; qui alimente au retour le circuit de contrôle de phase , par conséquent , on résulte :

Défaut	Cause	Vérification
Surchauffe	I > 2amps et la température détectée est supérieur à la température nominale ( T > 100 ° F).	<p>La sortie U1 D est haute.</p> <p>La sortie U2D est haute.</p> <p>La sortie U4 est saturé.</p> <p>Le transistor Q10 est saturé.</p> <p>Le thyristor Q12 conduit.</p> <p>Le transistor Q13 est saturé.</p> <p>Le relais K3 est désexcité , et la lampe FWD INOP est allumée.</p>

#### E – Le capteur ouvert ou court-circuité ( circuit ouvert ou court-circuité ) :

C'est dans le cas ou le capteur est court-circuité ou bien coupé (ouvert) , ce qui déséquilibre le principe de fonctionnement du pont de Wheatstone .

Si la température détectée est supérieure ou inférieure à la température fixée , le pont de Wheatstone balancera , et la sortie de AR<sub>3</sub> croira ou diminuera selon l'état ( température ) .

- Dans le cas d'un capteur ouvert :
  - la sortie de U2B sera entièrement négative pour un capteur court-circuité .
- Dans le cas d'un capteur court-circuité :
  - la sortie de U2C sera négative et chacun de ces symptômes conduit aux résultats suivants .

Défaut	Cause	Vérification
<p>Capteur ouvert et Capteur court-circuité</p>	<p>La température détectée est supérieur ou inférieur à la température fixée</p>	<p>La sortie de U2B entièrement négative pour un capteur court- circuité.</p> <p>La sortie U2 C pleinement négative.</p> <p>U4 en position haute.</p> <p>Le transistor Q10 saturé.</p> <p>Le thyristor Q12 actionné.</p> <p>Le transistor Q13 saturé.</p> <p>Le relais K3 désexcité et la lampe FWD INOP allumé.</p>

### **3 – Le canal de contrôle des glaces latérales ( glace 2 et 3 ) :**

#### **3-1-Introduction :**

Les deux glaces latérales ont chacune , un canal de contrôle autonome qui fonctionne selon deux états ( ON / OFF ) et leurs cartes associées sont respectivement A2 et A3 qui sont identiques .

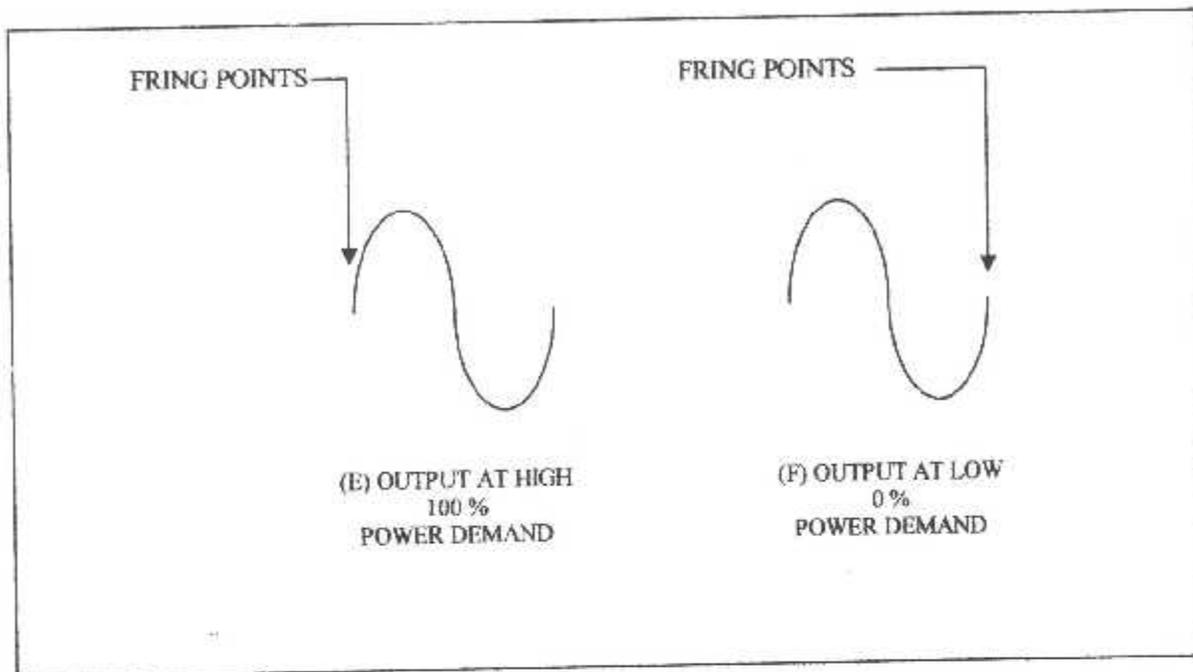
Du fait que les glaces latérales du cockpit d'un avion sont éventées , et demandent considérablement moins d'énergie pour le chauffage relativement aux glaces frontales , donc il n'est pas nécessaire de générer un signal rampe ou d'utiliser un contrôleur de phase .

#### **3-2-Principe de fonctionnement :**

Le circuit de contrôle possède une simple gâchette < ON / OFF > , à la position ( ON ) ; le canal de contrôle dissipera 100 % de l'énergie vers les résistances chauffantes , si le capteur indique une température inférieure à 100°F .

A la position ( OFF ) , on aura 0 % de l'énergie à la sortie , qui correspond à une température détectée supérieure à 105°F .

Le facteur d'hystérésis de 5°F est incorporé pour éviter les changements répétés dans le bus de chargement quand la température des glace est proche du seuil.



**Schéma synoptique :**

Le canal de contrôle des glaces latérales fonctionne suivant le schéma synoptique suivant :

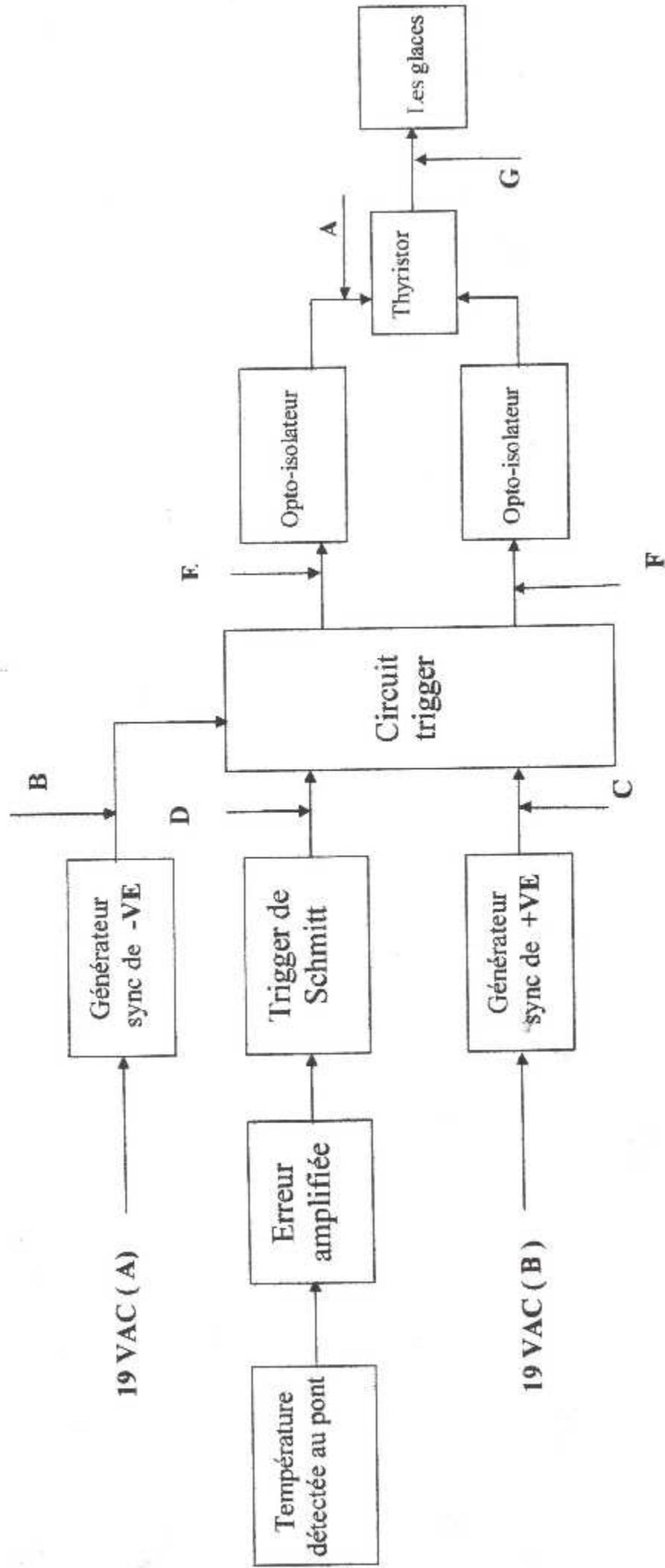


Schéma synoptique du contrôleur des glaces latérales

### Les différents blocs constituant le circuit du canal de contrôle et leurs fonctionnements :

Le circuit du canal de contrôle contient les blocs suivants :

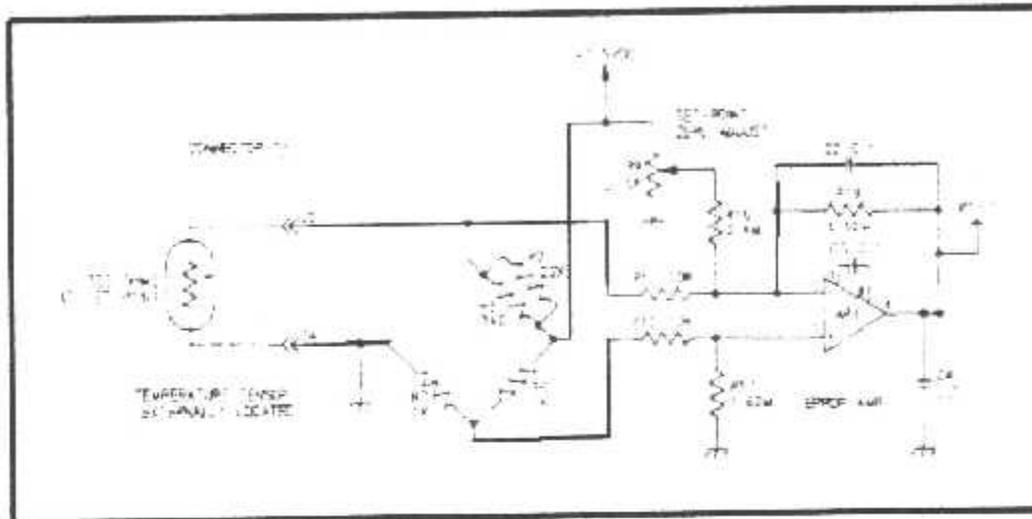
- Pont de Wheatstone .
- Trigger de Schmitt .
- Générateur synchrone et le circuit de commande de retard .
- Circuit Trigger .

#### **A – Le pont de Wheatstone :**

Une thermistance est placée dans un pont de Wheatstone de la même manière que celle placée au circuit de contrôle des glaces frontales.

Les éléments constituant le pont sont :

- Les résistances ( R2, R3, R6, R6 et R7 ) .
- Un diode Zéner VR9 .
- Deux amplificateurs opérationnels AR1 et AR3 .



**Schéma électrique du pont de Wheatstone**

### Fonctionnement :

La température détectée par la thermistance fait charger l'état électrique de cette dernière et par conséquent le pont bascule de la manière suivante :

Lorsque la température détectée est approximative à 335 ohms, et la sortie de AR1 et AR3 indique un 0 Volts ( les résistances R9 et R24 sont ajustées pour avoir ces résultats relativement au conditions indiquées ).

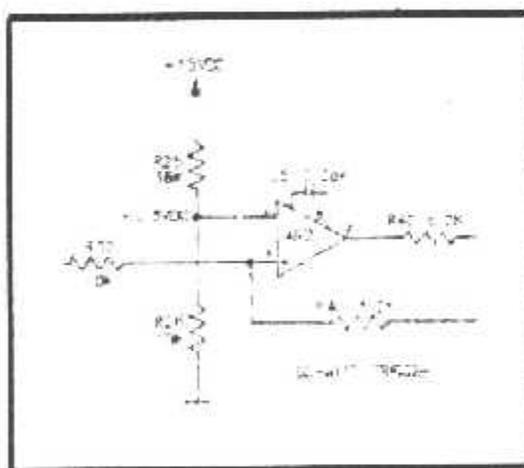
Quand la température détectée diminue au-dessous de 100°F, la résistance du capteur est approximative à 331.5 OHMS et la sortie de AR1 qui représente l'erreur amplifiée et le signal d'entrée du trigger de Schmitt, va augmenter proportionnellement jusqu'à sa valeur maximum.

### B- Trigger de Schmitt :

- **Définition :** c'est un composant électronique qui compare et intègre toutes Tensions d'entrées.
- **Rôle :** il compare et intègre toutes tensions d'entrée par ( rapport à une tension de référence 3,3 VDC ) et le AR2 agit sur les hauts gains initialement

quand la température détectée est moins de  $100^{\circ}\text{F}$ , la sortie de l'amplificateur opérationnel est grande (approximative à 13 VDC). la tension de commande est fixée à 4,7 VDC Par la diode Zéncr  $\text{VR}_2$ , et la tension de référence est fixée par le diviseur de tension  $\text{R}_{25}$  et  $\text{R}_{26}$ .

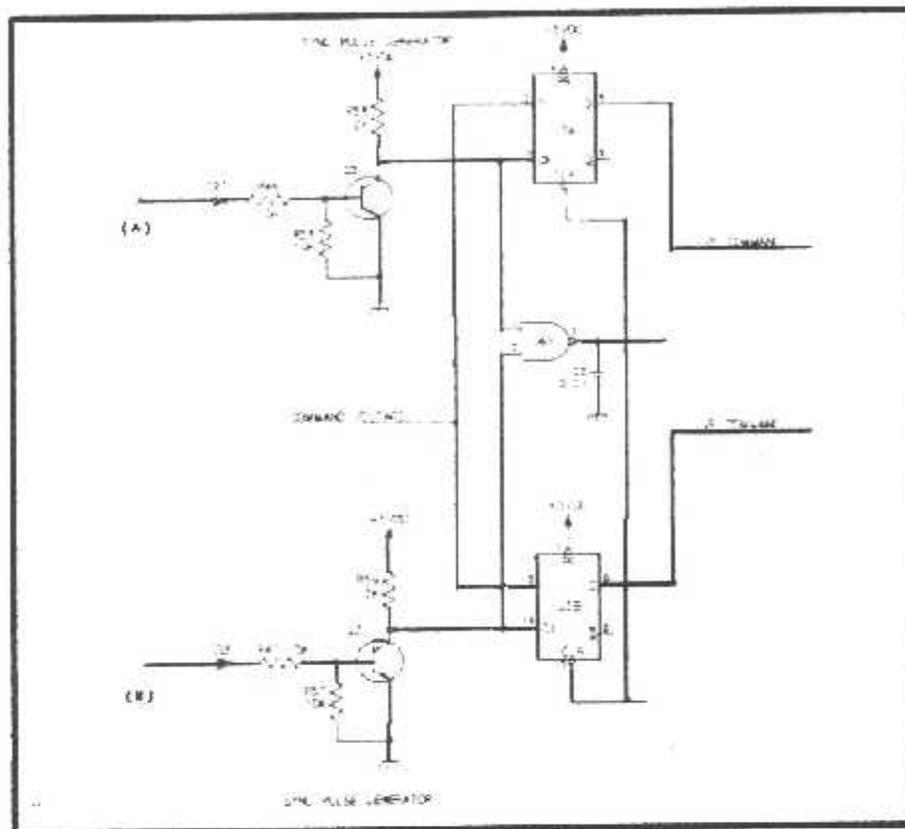
Lorsque la température augmente et atteint approximativement  $105^{\circ}\text{F}$ , la tension de commande demeure à 4.7 VDC jusqu'à ce que le signal final de l'entrée positive chute au - dessous de la tension de référence, à ce moment là ; la tension de commande chute à 0 VDC et le passage de courant demande d'être fermé.



**Schéma électrique de trigger de schmitt**

### **C-Générateur synchrone et le circuit de commande de retard :**

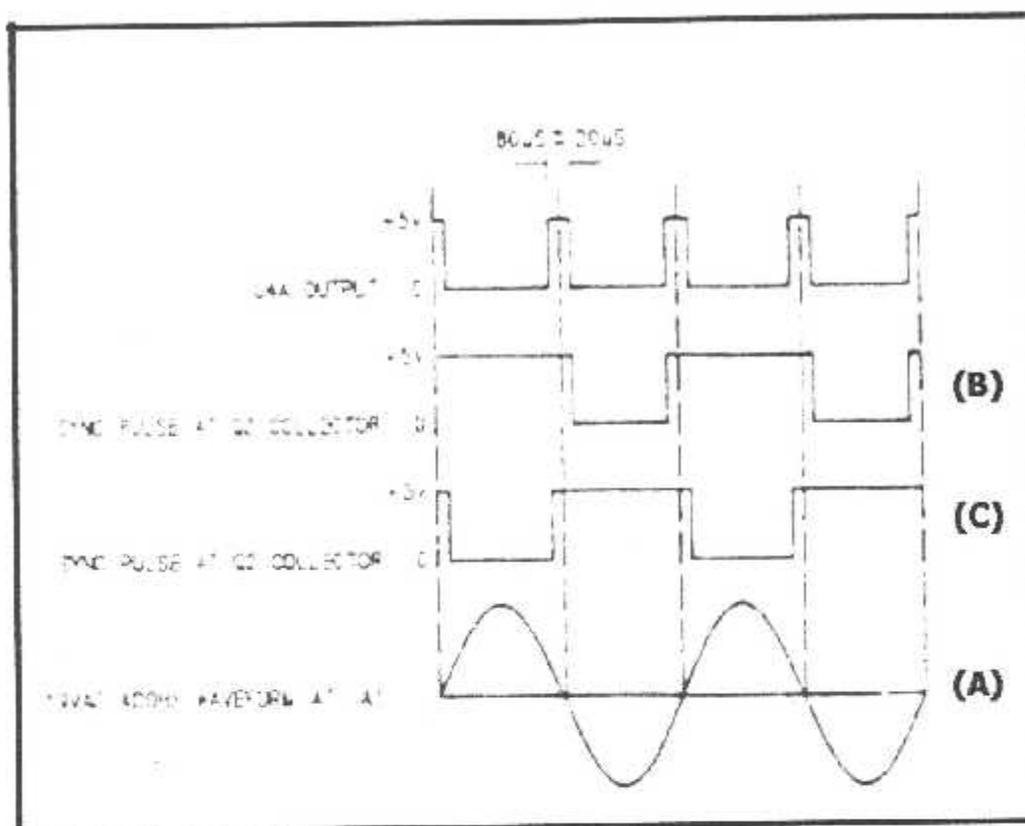
Les transistors  $\text{Q}_2$  et  $\text{Q}_3$  agissent comme des amplificateurs de hauts gains, pour avoir les formes de bandes B et C données par la figure (page 58). Ces signaux sont connectés aux clock des entrées des bascules D U3A et U3B (flip flop).



Le signal de commande de la température sortant de « Trigger de Schmitt » est connecté à l'entrée de la bascule { D }, il garde son état précédent jusqu'à ce que l'entrée commande ( clock ) de la bascule change de forme ( de bas en haut ), ce qui produit par conséquent le retard des signaux de commande ( E ) et ( F ) fournis par le signal d'alimentation du circuit trigger 115 V/400 HZ .

Le transistor Q2 laisse passer l'alternance positive imposée à 5 volts par la génération synchrone , et interpose au passage de l'alternance négative , traduit par un zéro volts , créant ainsi un signal ( B ) .

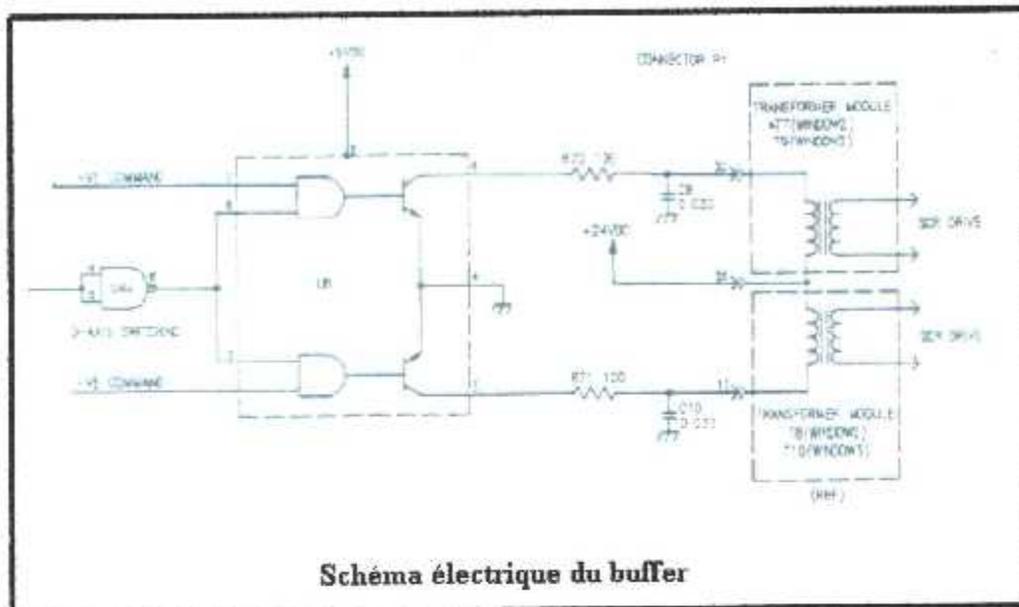
Le transistor Q3 laisse passer à son tour l'alternance négative imposée elle aussi à 5 volts et interpose au passage de l'alternance positive en créant ainsi un signal ( C ) .



Ces signaux sont connectés à une entrée clock des bascules { D } de type U3A et U3B ( la tension fixée à 5 volts selon la technologie choisie ), alors que le signal de base ( fournit par le Trigger de Schmitt ) est fixé à 4.7 volts par l'intermédiaire de la diode zéncr VR2 pour les mêmes raisons. Le signal de base va attaquer l'entrée de la bascule { D }, qui fonctionne de la manière suivante :

- Une bascule D est une bascule à une seule entrée de donnée. Elle présente :
  - > Une entrée D.
  - > Une entrée d'horloge H.
  - > Deux sorties Q et Q barre dont les états sont complémentaires.

Le tableau de fonctionnement et le chronogramme mettent bien en évidence que la sortie Q recopie l'état de l'entrée D du front actif du signal d'horloge H, ici le front montant. Ce type de bascule est utilisé dans plusieurs montages ( Compteurs , mémoires , tampons... )

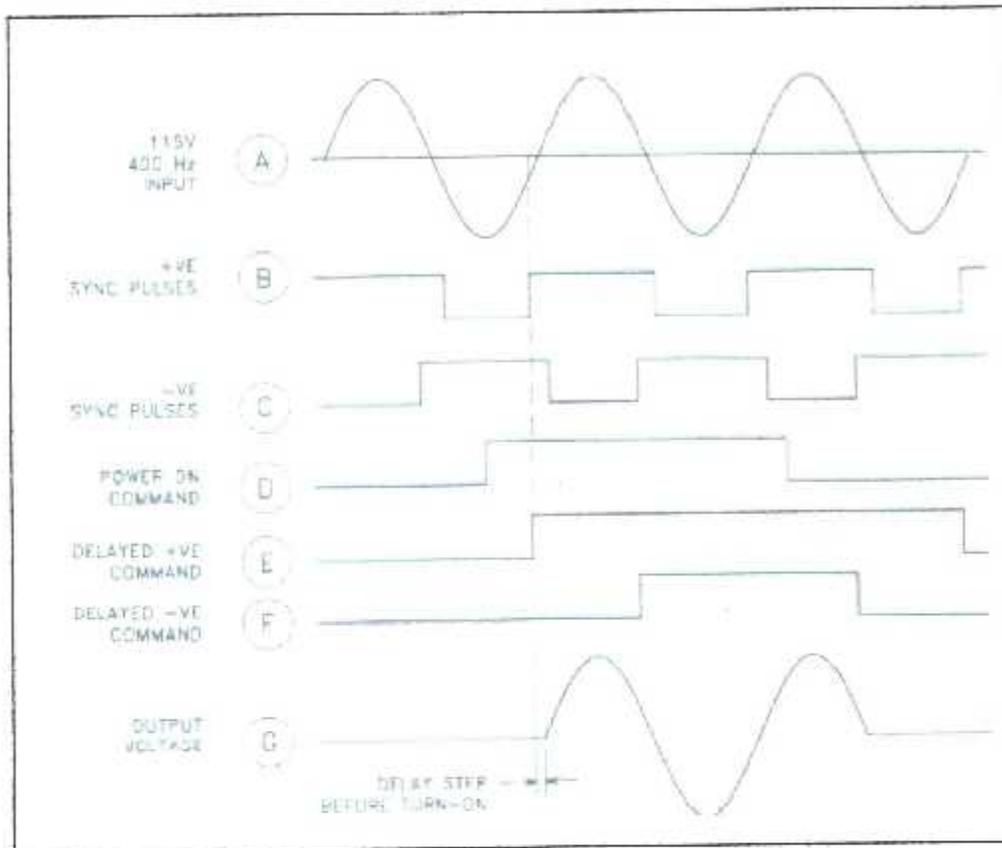


Le buffer permet d'activer les transformateurs A7 et A8 ( carte A2 glace latérale N°02 ), et les transformateurs A9 et A10 ( carte A3 glace latérale N°03 ), en lui envoyant des masses ( points 32 et 13 ).

Concernant la glace latérale N° 02 , les transformateurs A7 et A8 fournissent des impulsions aux gâchettes des thyristors Q1 et Q2 ( fig. 13 ). Les résistances R1 et R2 protègent les deux transformateurs , par contre la diode CR1 empêche les impulsions négatives d'accéder aux gâchettes ( elle permis aussi de diminuer le voltage au alentour des transfos en cas de court-circuit ) .

A l'impulsion de gâchette positive , le thyristor Q2 laisse passer les alternances positives, et le thyristor Q1 laisse passer Les alternances négatives du signal d'alimentation 115 V/400 HZ , permettant ainsi d'alimenter la thermistance de la glace latérale 02 sous une forme décrite par le signal ( G ) ( voir figure 13 ) .

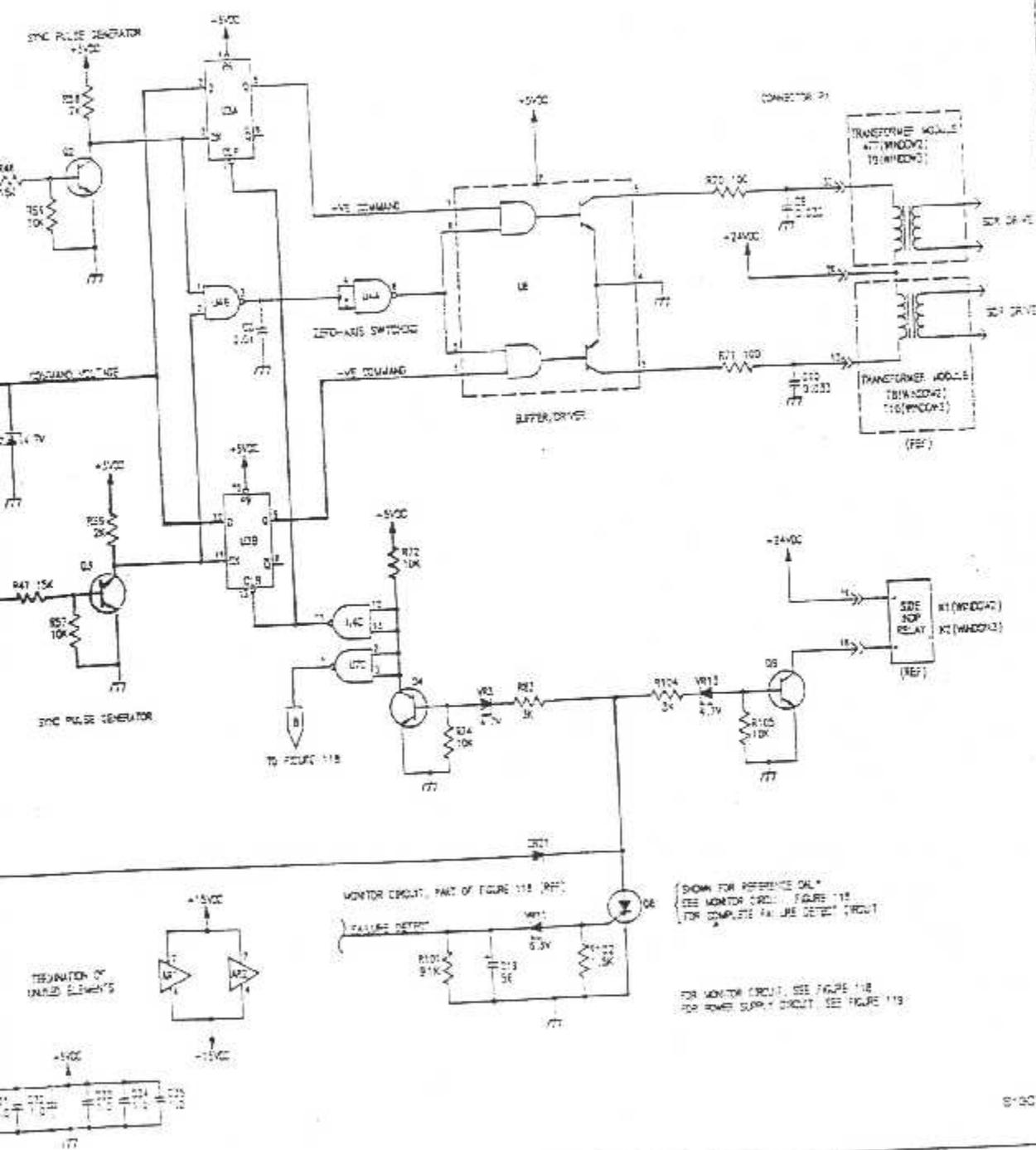
Et pour la glace latérale N° 03 , c'est les transformateurs A9 et A10 qui activent les thyristors Q3 et Q4 , permettant ainsi le passage d'un signal ( G ) qui alimente la résistance chauffante de la glace ( fig.14 ) . la forme des différents signaux est représentée sur la figure suivante :



**Schéma électrique :**

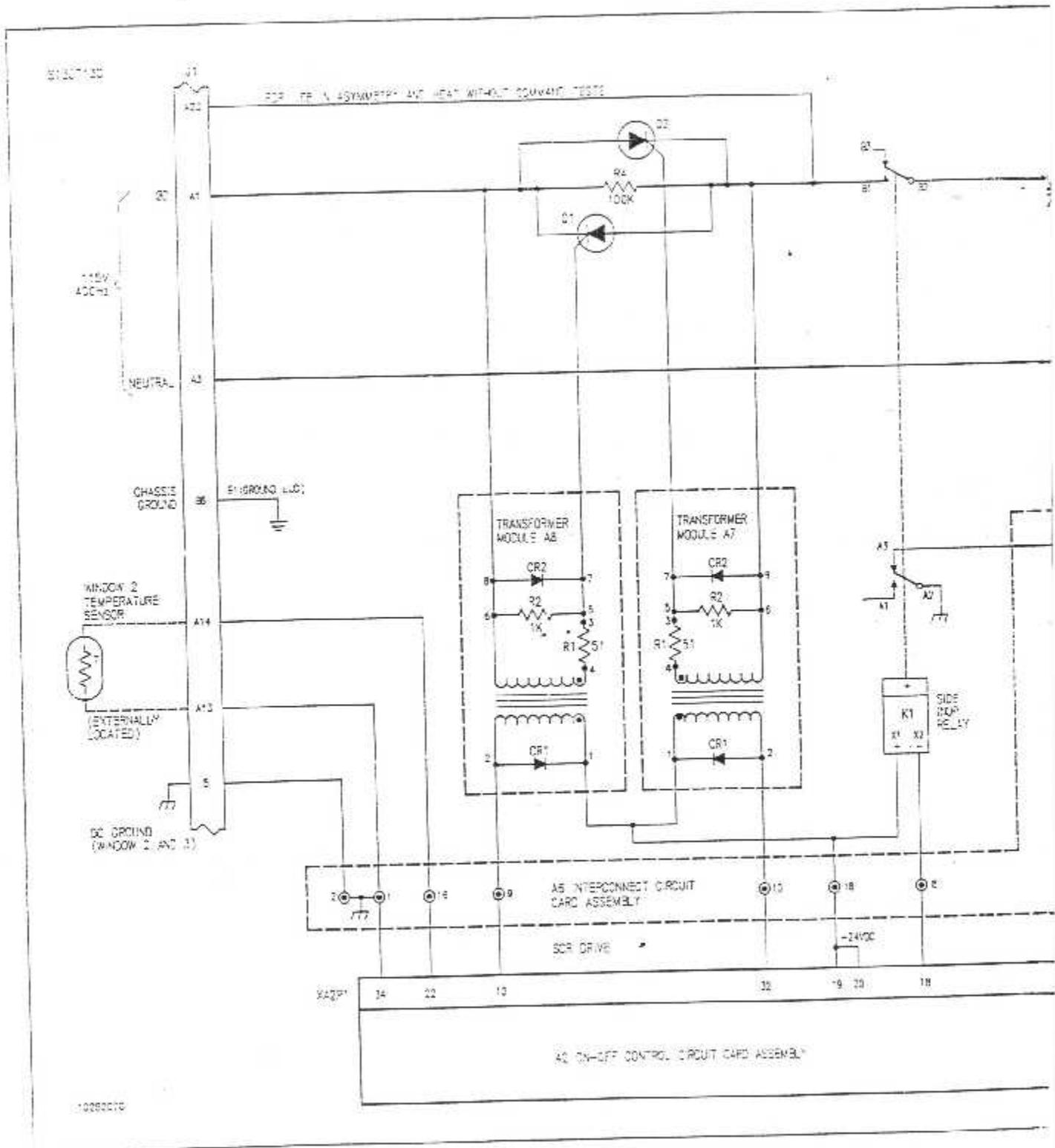
le schéma électrique du canal de contrôle est représenté dans les figures suivantes :



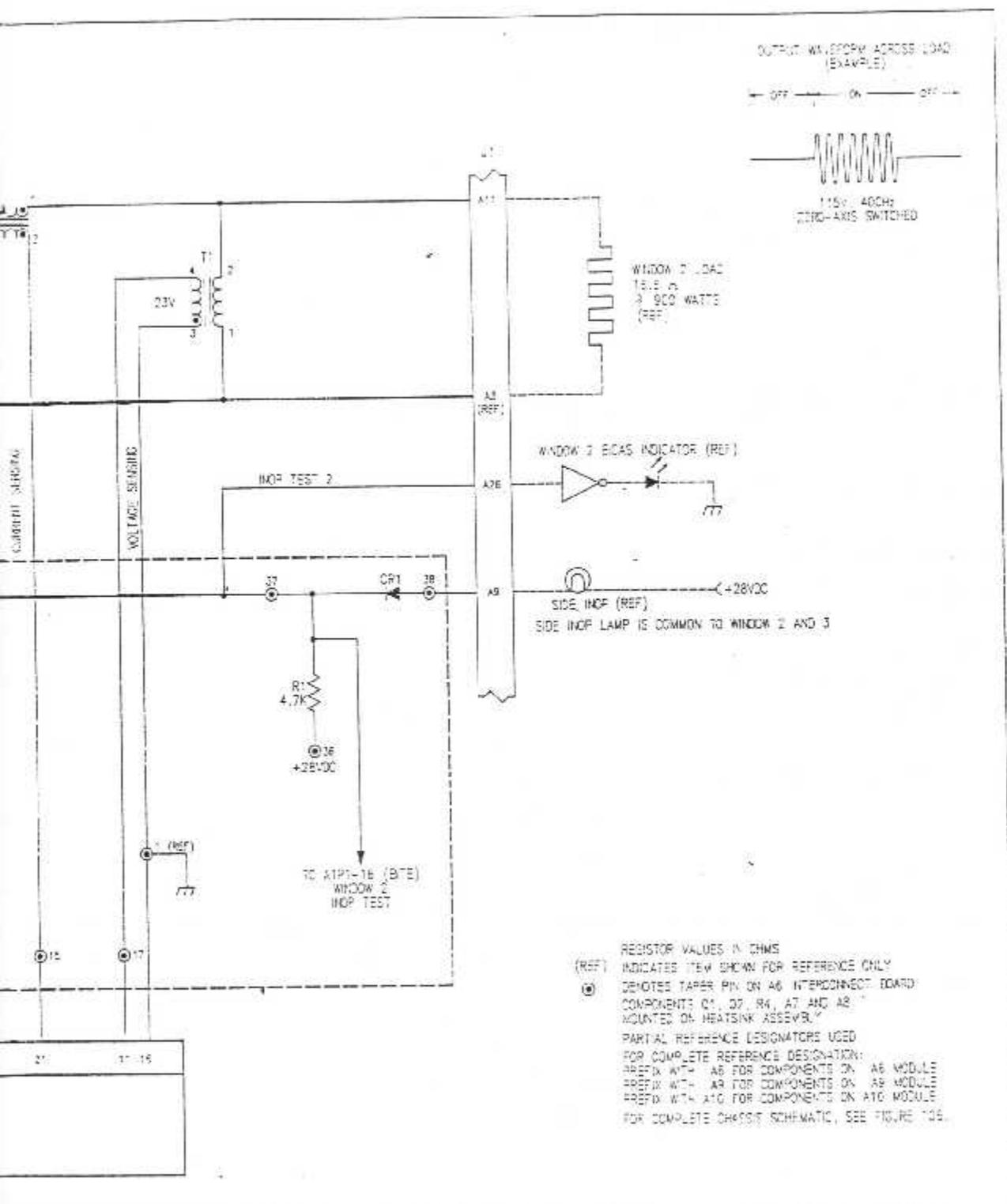


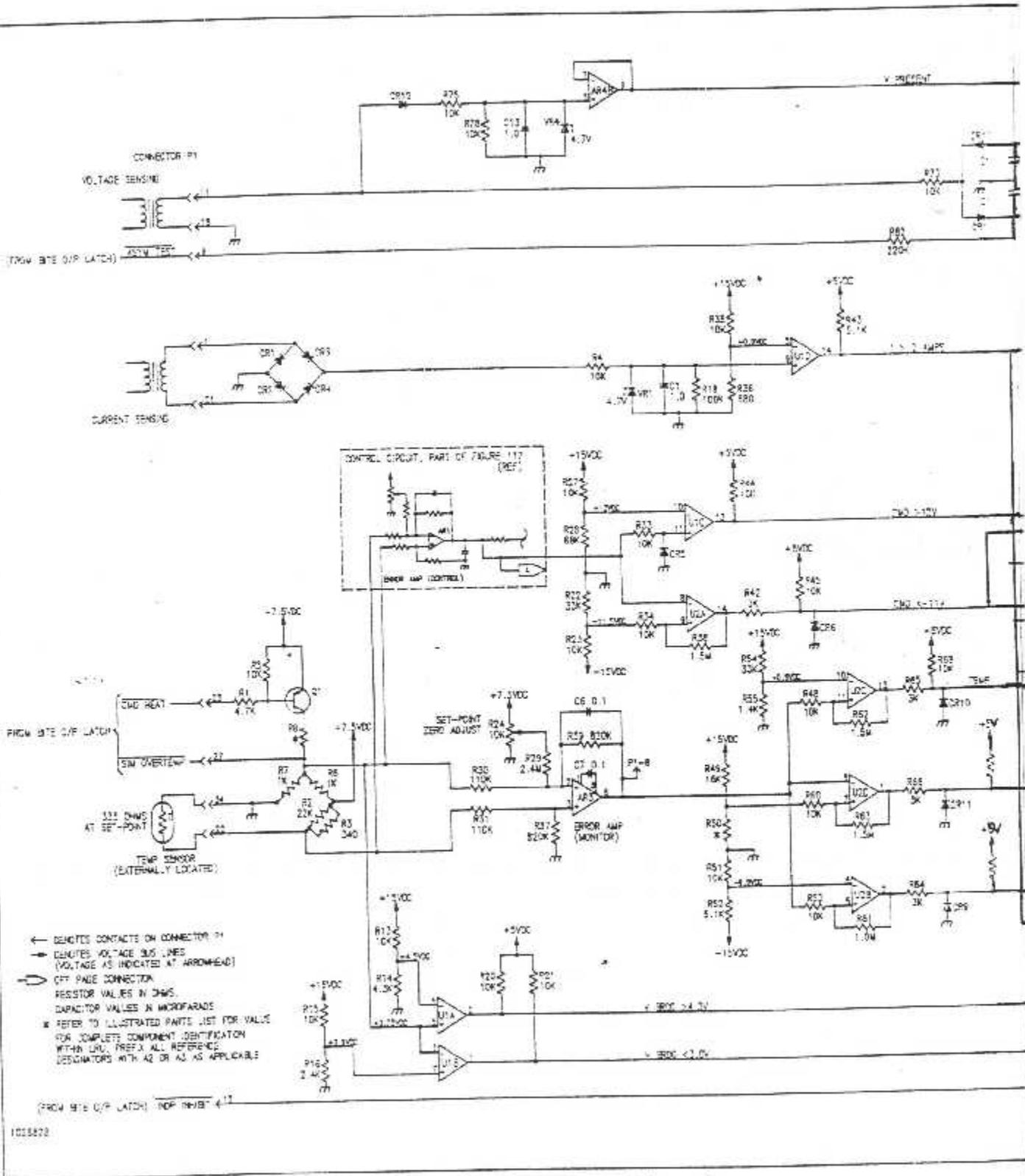
(SHOW FOR REFERENCE ONLY)  
 (SEE MONITOR CIRC. FIGURE 118  
 FOR COMPLETE FAILURE DETECT CIRCUIT)

FOR MONITOR CIRCUIT, SEE FIGURE 118  
 FOR POWER SUPPLY CIRCUIT, SEE FIGURE 119

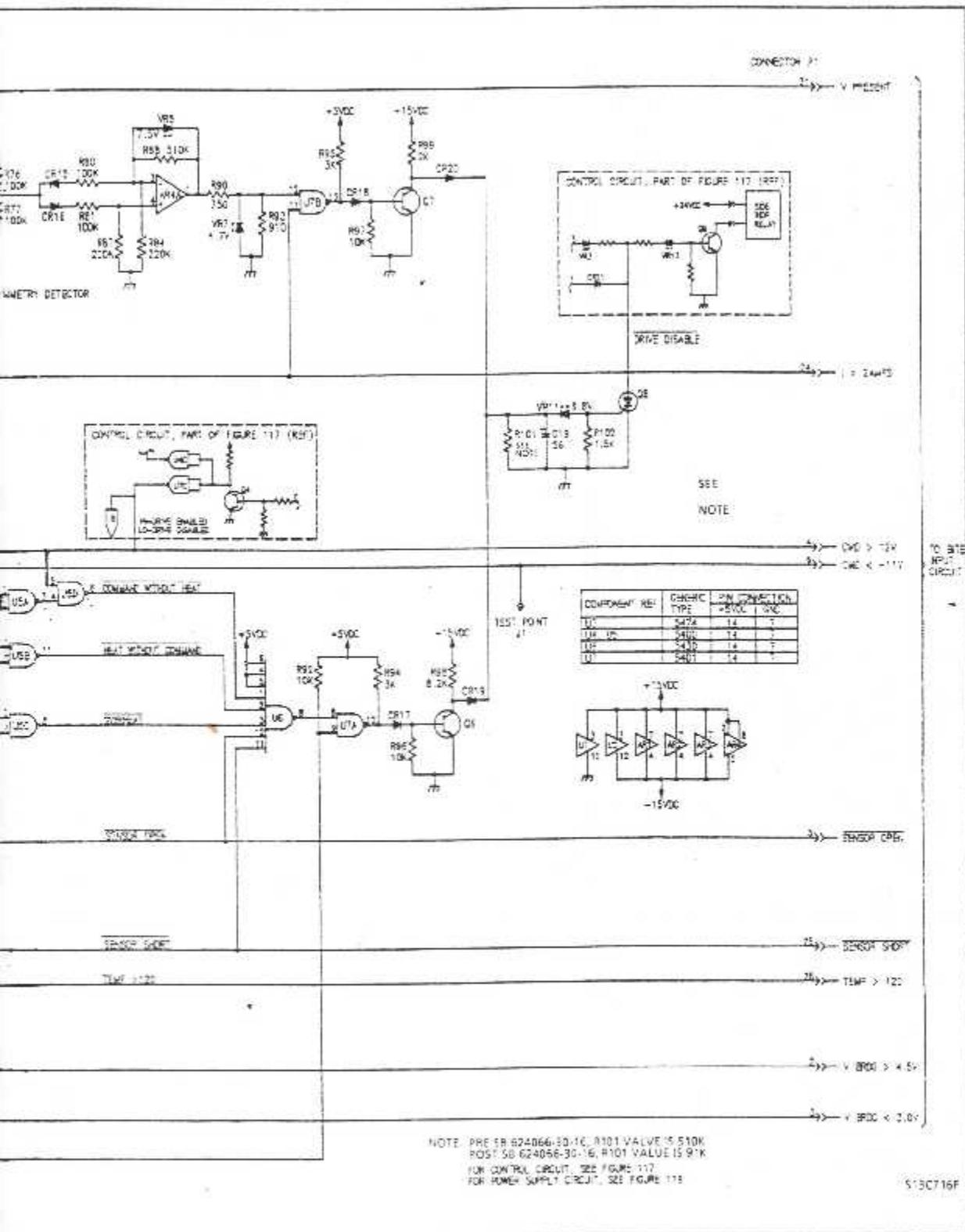


Window 2 Input/Output Circuit  
Figure 14

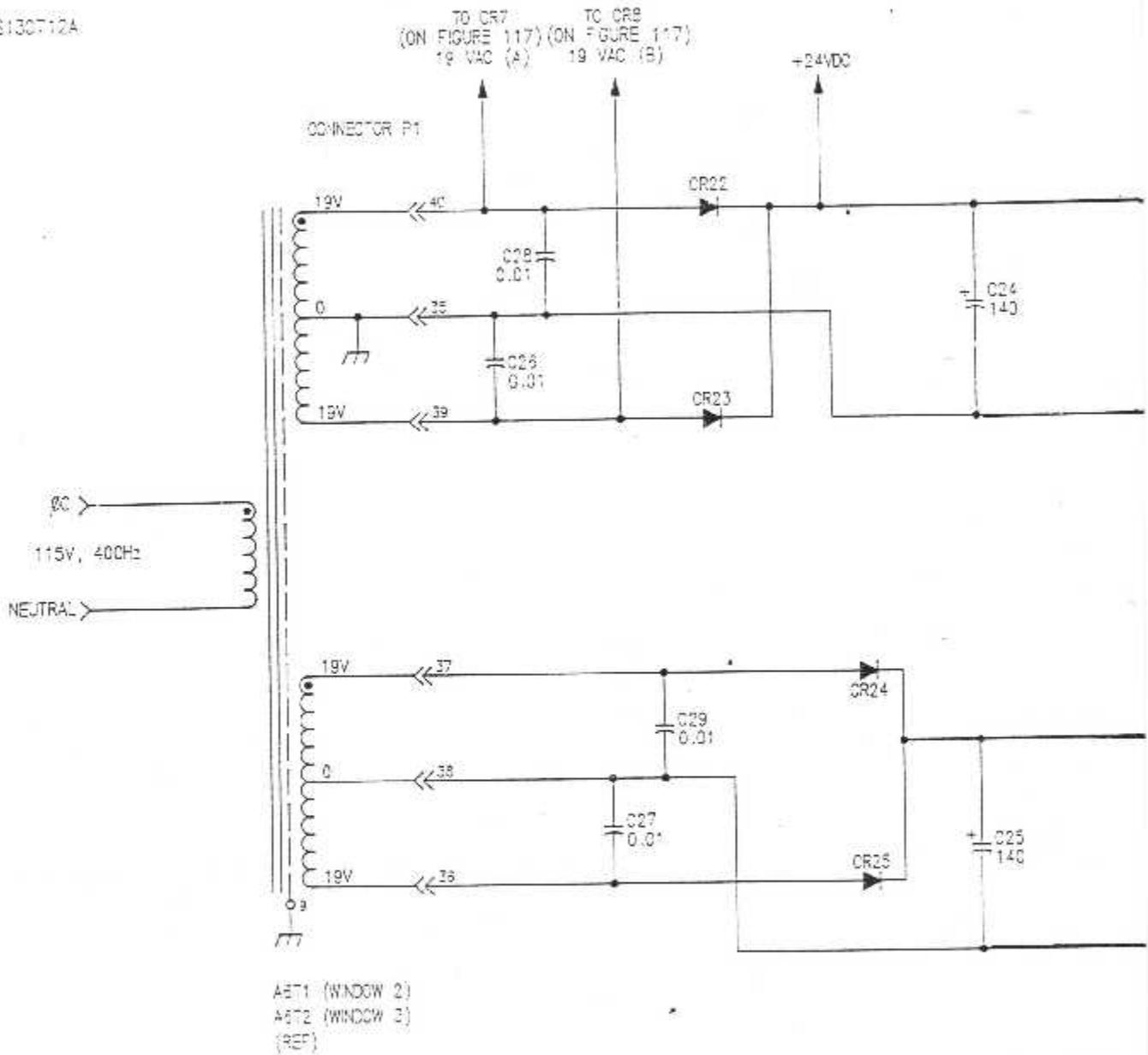




On-Off Control Module A2/A3 - Control Circuit Schematic  
Figure 18



S130712A

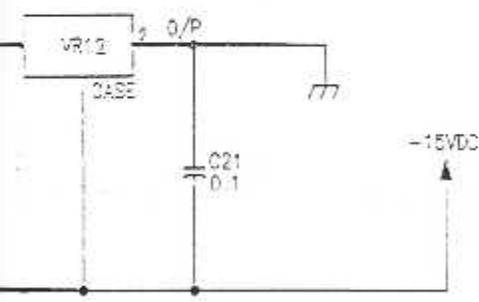
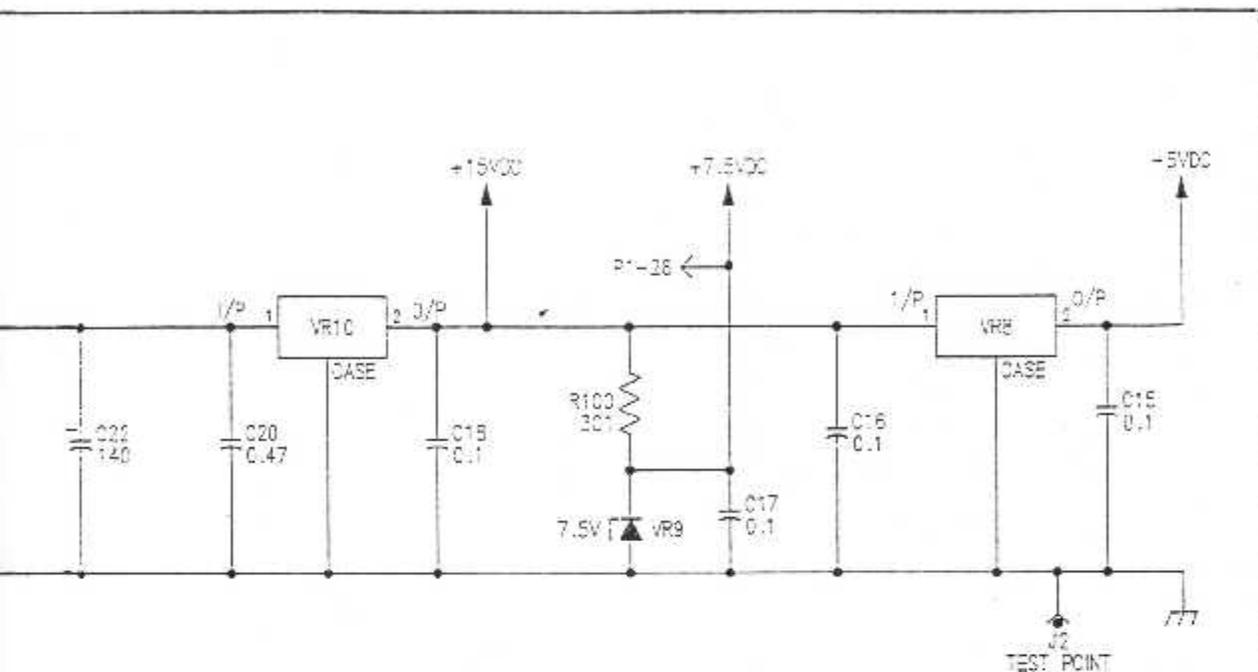


A8T1 (WINDOW 2)  
 A8T2 (WINDOW 3)  
 (REF)

HIGHEST REFERENCE DESIGNATION					
AR4	C35	CR25	Q9	R105	LE
VR13	J2	P1			

1025824 NC

On-Off Control Module A2/A3 — Power Supply Schematic  
 Figure 19



NOTES:

- ← DENOTES CONTACTS ON CONNECTOR P1
- DENOTES VOLTAGE BUS LINES (VOLTAGE AS INDICATED AT ARROWHEAD)
- (REF) DENOTES ITEM SHOWN FOR REFERENCE ONLY
- RESISTOR VALUES IN OHMS
- CAPACITOR VALUES IN MICROFARADS

FOR COMPLETE COMPONENT IDENTIFICATION WITHIN LRU, PREFIX ALL REFERENCE DESIGNATORS WITH A2 OR A3 AS APPLICABLE.

REFERENCE DESIGNATIONS NOT USED				

FOR CONTROL CIRCUIT, SEE FIGURE 117  
 FOR MONITOR CIRCUIT, SEE FIGURE 119

Les cartes électriques ( A2 / A3 ) représenté dans la figure 107 , comprend un bloc de tests de sécurité , qui vérifie le bon fonctionnement du canal de contrôle .

À l'état initiales ( avant toute action de chauffage ) , on a les conditions suivantes :

- Le switch latérale lié aux cartes ( A2 / A3 ) est ouvert .
- Le transistor Q5 est bloqué.
- Le transistor Q9 est saturé.
- Les relais K1 et K2 sont désexcités, et la lampe INOP est allumé ainsi que celle de L'EICAS.

Lorsque le switch est actionné, les conditions suivantes doivent être vérifiées :

- Q<sub>5</sub> saturé .
- Q<sub>9</sub> bloqué .
- Les relais K1 et K2 sont désexcités, et la Lampe INOP s'allume.
- La lampe EICAS éteinte.

### ● Simulation des défauts ( sûreté intégrée ) :

Le système possède les facultés de simuler et sauvegarder les différents types d'anomalies dues à la givre et à ses conséquences ( figure.118 ) .

Dans cette partie , comme dans la partie précédente , on va essayer de définir les différents défauts et pannes qui peuvent subvenir lors du fonctionnement de notre système de régulation et comment les détecter .

#### **A - Asymétrie :**

L'asymétrie est un cas rencontré lorsque la tension fournie aux glaces est une sinusoïde non symétrique , contenant un seul type d'alternance soit positive soit négative

La tension qui traverse la résistance chauffante est détectée par le transformateur T<sub>1</sub> pour la glace latérale N°02, et par le transformateur T<sub>3</sub> pour la glace latérale N°03. Elle alimente au retour le circuit de commande de phase ( A2 et A3 ) à travers la résistance R73.

Le système de contrôle de l'asymétrie est composé de :

- diode CR<sub>12</sub> et capacité C<sub>11</sub> qui détectent les faibles tensions négatives.
- diode CR<sub>13</sub> et capacité C<sub>12</sub> qui détectent les faibles tensions positives.

### Fonctionnement :

Dans l'état normal : la sortie du demi-cycle positif est égal à la sortie du demi-cycle négatif, Les tensions respectives des capacités CR et CR seront égales et opposées, par conséquent la sortie est nulle donc la sortie de AR est à zéro.

- On cas d'anomalie, les conséquences sont résumées dans le tableau ci-dessous:

Défaut	Cause	Vérification
Asymétrie	Les demi-cycles positifs ou négatifs du signal sont présents à la sortie l'unité de contrôle, et non les deux à la fois.	La sortie de AR4 est à 4.7 volts. La sortie de U7B est basse. Le transistor Q7 bloqué. Q8 saturé. Q9 bloqué. Les relais K1 et K2 désexcités, et les lampe SIDE INOP et EICAS allumées.

### Chauffage sans commande :

Ce cas se produit lorsque le régulateur « WHCU » fournit une puissance permettant le chauffage des glaces alors que la température de ces dernières est convenable .

Le transformateur T2 ( pour la glace N°02 ) ou T4 ( pour la glace N°03 ) détecte le courant qui traverse la résistance chauffante de la glace ( N°02 / N°03 ), et alimente au retour le circuit de contrôle de phase ( cartes A<sub>2</sub> / A<sub>3</sub> ) permettant ainsi au microprocesseur de conserver l'anomalie , et de la simuler par un teste résumé dans le tableau suivant :

Défaut	Cause	Vérification
Chauffage sans Commande.	Le courant pris est supérieur à la valeur nominale ( $I > 2$ amps ), et la température détectée est supérieur à celle voulue.	La sortie deUSB est basse . U6 conduit. Le transistor Q6 bloqué . Q8 actionné . Le transistor Q9 bloqué. Les relais K1 et K2 désexcités , et les lampes SIDE INOP et EICAS allumées .

### Commande sans chauffage :

C'est le cas ou la température des glaces diminue au dessous de la température nominale et le régulateur doit chauffer , mais ce dernier ne chauffe pas .

Le courant est détecté par le transformateur ( T<sub>2</sub> / T<sub>4</sub> ) alimentant au retour le circuit de contrôle de phase ( carte A<sub>2</sub> / A<sub>3</sub> ), le teste est résumé dans le tableau :

Défaut	Cause	Vérification
Commande sans chauffage	Le courant pris est inférieur à la valeur nominale ( $I > 2$ amps), et la température détectée est inférieur à celle voulue.	La sortie de USD est basse. U6 conduit. U7A en position basse Le transistor Q6 bloqué. Q8 actionné. Le transistor Q9 bloqué. Les relais K1 et K2 désexcités, et les lampes SIDE INOP et EICAS allumées.

### Surchauffe :

Ce cas se produit lorsque le régulateur fournit de l'énergie pour chauffer les glaces, malgré que la température de ces dernières est supérieure à la température nominale.

Le courant est toujours détecté par le transformateur ( $T_2 / T_4$ ), qui alimente au retour le circuit de contrôle de phase, par conséquent, on résulte :



Défaut	Cause	Vérification
Surchauffe	$I > 2\text{amps}$ et la température détectée est supérieur à $120^\circ \text{F}$ .	La sortie U5 C est basse. La sortie U6 est haute. La sortie U7A est basse. Le transistor Q6 est bloqué. Q8 actionné. Le transistor Q9 est bloqué. Les relais K1 et K2 sont désexcités , et les lampes FWD INOP et EICAS sont allumées.

### E – Le capteur ouvert ou court-circuité ( circuit ouvert ou court-circuit ) :

Dans le cas ou le capteur est court-circuité ou bien coupé ( ouvert ) , le principe de fonctionnement du pont de Wheatstone sera déséquilibré .

Si la température détectée est supérieure ou inférieure à la température fixée , le pont de Wheatstone balancera et la sortie de AR<sub>3</sub> croîra ou diminuera selon l'état ( température ) .

- Dans le cas d'un capteur ouvert :
  - la sortie de U<sub>2</sub>D sera entièrement négative .
- Dans le cas d'un capteur court-circuité :
  - la sortie de U<sub>2</sub>B sera négative et chacun de ces symptômes conduit aux résultats suivants

Défaut	Cause	Vérification
Capteur ouvert et Capteur court-circuité	La température détectée est inférieure ou supérieure à 105°F et la sortie de AR3 croit et diminue par conséquent .	La sortie de U2D est entièrement négative pour un capteur Ouvert . La sortie U2D est entièrement négative Pour un capteur court-circuité . U6 en position haute. La sortie U7A est basse. Le transistor Q6 bloqué. Le thyristor Q8 actionné. Les relais K1 et k2 sont désexcités et les lampes SIDE INOP et EICAS s'allument.

### Teste « BITE » :

Le mode BITE ( built in test equipment ) comporte deux testes ( bite et test ground ) :

Le teste ground est amorcé en pressant un bouton poussoir ( S3 ) situé sur le panneau de contrôle ( Over Head ) du cockpit .

Le module bite représenté par la carte A<sub>1</sub> contrôle continuellement les circuits du régulateur qui sont associés aux résistances chauffantes et leurs capteurs respectivement et le résultat sera affiché grâce aux lampes ( INOP LIGHT et EICAS ) .

Le teste « BITE » est initié par l'appuie sur le bouton ( bit / verify ) situé sur le panneau de contrôle de l'accessoire. Ce teste donne les mêmes résultats que ceux

obtenues avec le test ground , cependant dans ce cas , les résultats seront indiqués par le module d'affichage ( display ) , et une fois la panne est détectée , la lampe appropriée s'allume .



**CHAPITRE IV**  
**ETUDE ET**  
**REALISATION DU**  
**BANC D'ESSAI**

## **- ETUDE ET REALISATION DU BANC D'ESSAI :**

### **1-INTRODUCTION :**

La maintenance des accessoires et des équipements de bord d'un avion nécessite l'utilisation de bancs d'essais permettant le contrôle du bon fonctionnement de chaque accessoire , avant tout montage à bord , et l'entretien en cas de panne ( réparation ) .

On définit quatre types de maintenance :

#### **a-La maintenance préventive :**

Maintenance effectuée dans l'intention de réduire la probabilité de défaillance d'un équipement ou de sa dégradation.

C'est une intervention prévue, préparée et programmée avant une date probable d'apparition d'une défaillance .

#### **b-La maintenance systématique :**

C'est la maintenance effectuée selon un calendrier établi suivant le temps de fonctionnement ou le nombre d'unité d'usage de l'équipement .

#### **c -La maintenance conditionnelle :**

C'est la maintenance subordonnée à un type d'évènement prédéterminé ( auto diagnostique , information d'un capteur , mesure etc....)

#### **d -La maintenance corrective :**

C'est une opération effectuée suite à une défaillance ou une panne.

### **1-1-Introduction à la maintenance aéronautique :**

Suite au besoin de la maintenance , l'administration fédérale de l'aviation a créé des règlements , une bonne partie de ces règlements sont adaptés à la révision générale programmée , les utilisateurs sont soumis à lors de la dépose , le démontage et le montage d'un accessoire à des restrictions systématique et périodique .

-Dans la politique de maintenance , on distingue trois type d'entretiens :

- 1-Entretien avec vie limite .
- 2-Entretien avec surveillance du comportement en service .
- 3-Entretien suivant l'état .

### **1-2-OBJECTIF :**

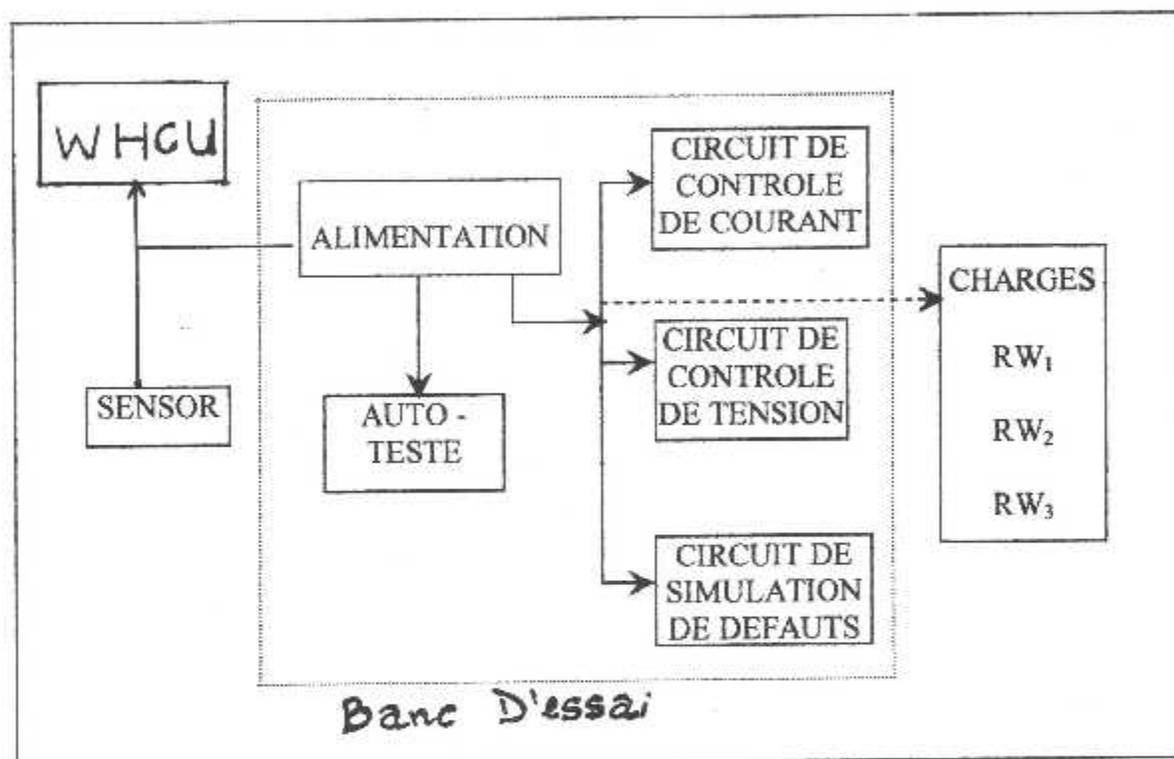
Notre projet consiste à réaliser un banc d'essai du régulateur de température des glaces du cockpit B 767.

Ce banc d'essai permet la simulation de toutes les conditions subies par le système à bord d'un avion ( température , tension , Courant... ) .

**2-Etude du banc d'essai :**

**2-1-Principe de fonctionnement :**

Notre banc d'essai fonctionne suivant le schéma synoptique ci-dessous :



**Figure -20- : Schéma synoptique du banc d'essai**

## **2-2-Procédure de conception :**

### **2-2-1-Eléments et signaux d'entrée du système ( WHCU ) :**

#### **a -Alimentation :**

▪ Les systèmes électroniques sont souvent alimentés par une source de tension ou de courant , qui se présentent sous deux formes , continue et alternative .

L'alimentation du banc d'essai est stabilisée pour donner deux types de tension :

▪ Deux tensions alternatives pour le chauffage des glaces, qui sont estimées à 115 et 200 VAC / 400 HZ .

▪ Une tension continue de 28 VDC pour l'alimentation du boîtier

#### **b- La température captée par les capteurs ( sensors ) .**

#### **c- Les switches de testes .**

### **Identification des pines d'entrée :**

Le premier code représente l'adresse du connecteur du banc d'essai réalisé au niveau des ateliers d'Air Algérie .

Part contre , le second code représente l'adresse de la carte du banc d'essai fournie par le constructeur Boeing .

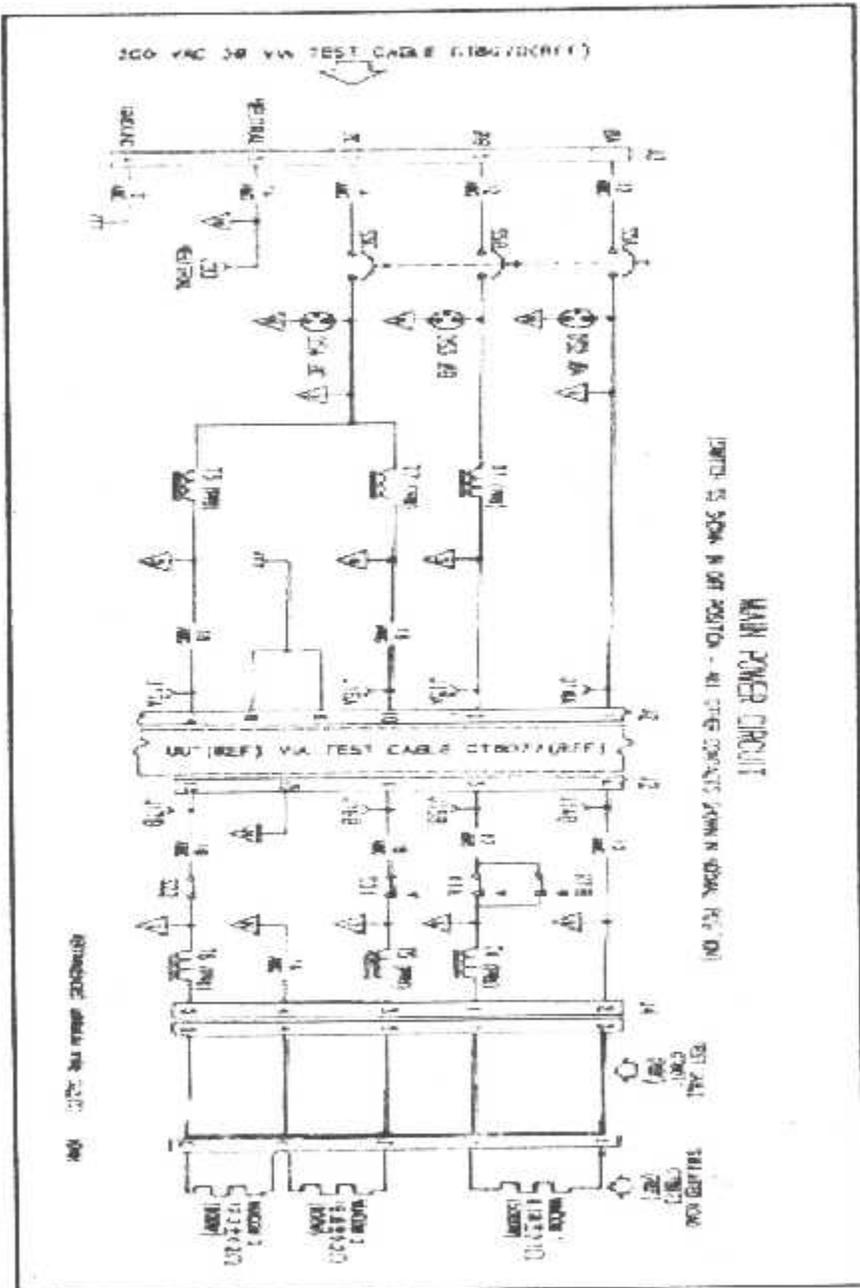
#### **Alimentation des glaces frontales ( 200 VAC / 400 HZ ) :**

J1B1 ( J3-1 ) : est une pine de connection entre le connecteur du banc d'essai et la Phase N° 1 ( § A) .

J1B2 ( J3-2 ) : Phase N° 2 ( § B) .

J1A1 ( J3-3 ) : Phase N° 3 ( § C) .

J1A3 ( J3-5 ) : Neutre .



MAIN POWER CIRCUIT  
 LENGTH IS 30CM IN SET POSITION - ALL TEST CABLES FROM N. SIDE (REF. 01)

Circuit d'alimentation

**Alimentation du boîtier:**

J1A12 ( J1 R ) : 28VDC ( courant continue ) .

J1B6 ( J3 4 ) : Chassis grounds .

J1A4 et J1A5 ( J1H et J1G ) : DC grounds ( masses du 28 VDC ) pour glaces latérales .

**Les sensors ( thermistances capteurs ) :**

J1A19 et J1A20 ( J1A et J1B ) : pinces liées à l'entrée du sensor (01) de la glace frontale

J1A13 et J1A14 ( J1C et J1D ) : liées à l'entrée du sensor ( 02 ) de la glace latérale N° 2

J1A17 et J1A18 ( J1E et J1F ) : sensor N° 03 de la glace latérale N° 3 .

**Les switches :**

J1A6 ( J1K ) : provenant du switch S1 .

J1A7 ( J1L ) : provenant du switch S2 .

**2-2-2- Eléments et signaux de sortie :**

a- Les résistances chauffantes des glaces .

b- Les indicateurs lumineux ( lampes et led ) sur le panneau de contrôle et EICAS .

**Identification des pins:**

J1B4 et J1B5 ( J2 4 et J2 3 ) : sorties des résistances de la glace frontale .

J1A11 et J1A3 ( J2 9 et J2 12 ) : sorties des résistances des glaces latérales N° 02

J1A16 et J1A3 ( J2 13 et J2 12 ) : sorties des résistances des glaces Latérales N° 03 .

J1A8 ( J1M ) : sortie de la lampe INOP de la glace frontal .

J1A9 ( J1N ) : sortie de la lampe INOP des glaces latérales N° 02 et N° 03 .

J1A26 ( J1S ) : sortie de la lampe EICAS de la glace latérale N° 02 .

J1A25 ( J1T ) : sortie de la lampe EICAS de la glace latérale N° 03

J1A10 ( J1P ) : pour la lampe du test du panneau de contrôle ( over Head )



### 2-3-Proposition du banc d'essai du ( WHCU ) :

**introduction :** Avant de s'engager dans la réalisation du banc d'essai , on va essayer de définir les différents éléments de ce dernier .

#### **A -Alimentation :**

L'alimentation en 200 et 115VAC et 400 HZ , elle est disponible dans les ateliers de maintenance aéronautique .

#### **B -Les sensors :**

Elle sont simulés par des résistances variables ( boîte à décades ) .

RW1 pour la glace frontale N 01 .

RW2 pour la glace latérale N 02 .

RW3 pour la glace latérale N 03 .

#### **C -Les résistances chauffantes :**

Elles seront simulées par des résistances placées dans un bloc représenté dans la figure N° 17 .

- Pour la glace latérale , on utilise 25 résistances ayant les Caractéristiques suivantes :

9.18 OHM

225 watts de puissance.

- Pour les glaces latérales , on utilise 08 résistances :

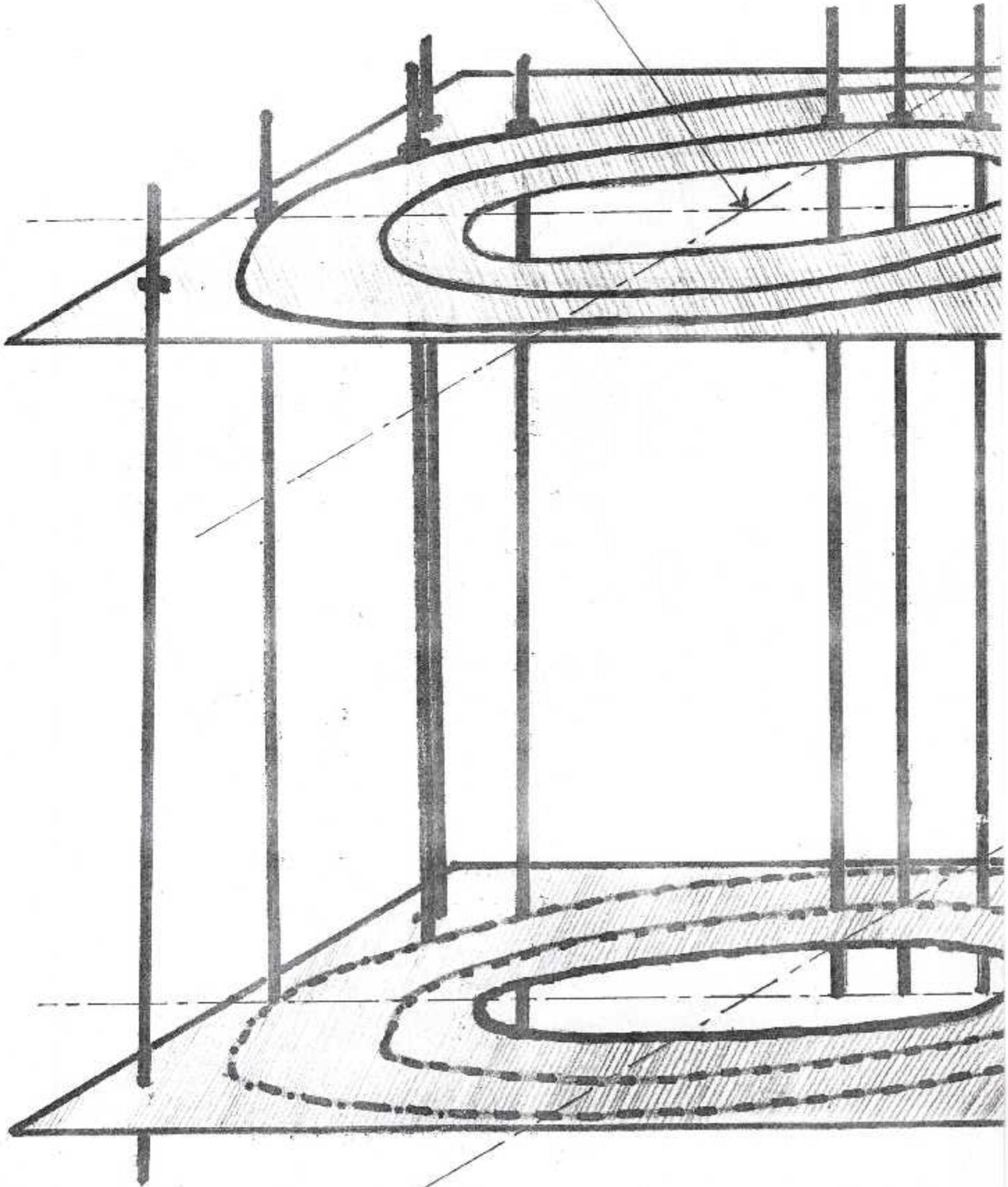
> 04 résistances de type 17.2 OHM et 225 watt pour la glace latérale N 03 .

> 04 résistances de type 16.6 OHM et 225 watt pour la glace latérale N° 02 .

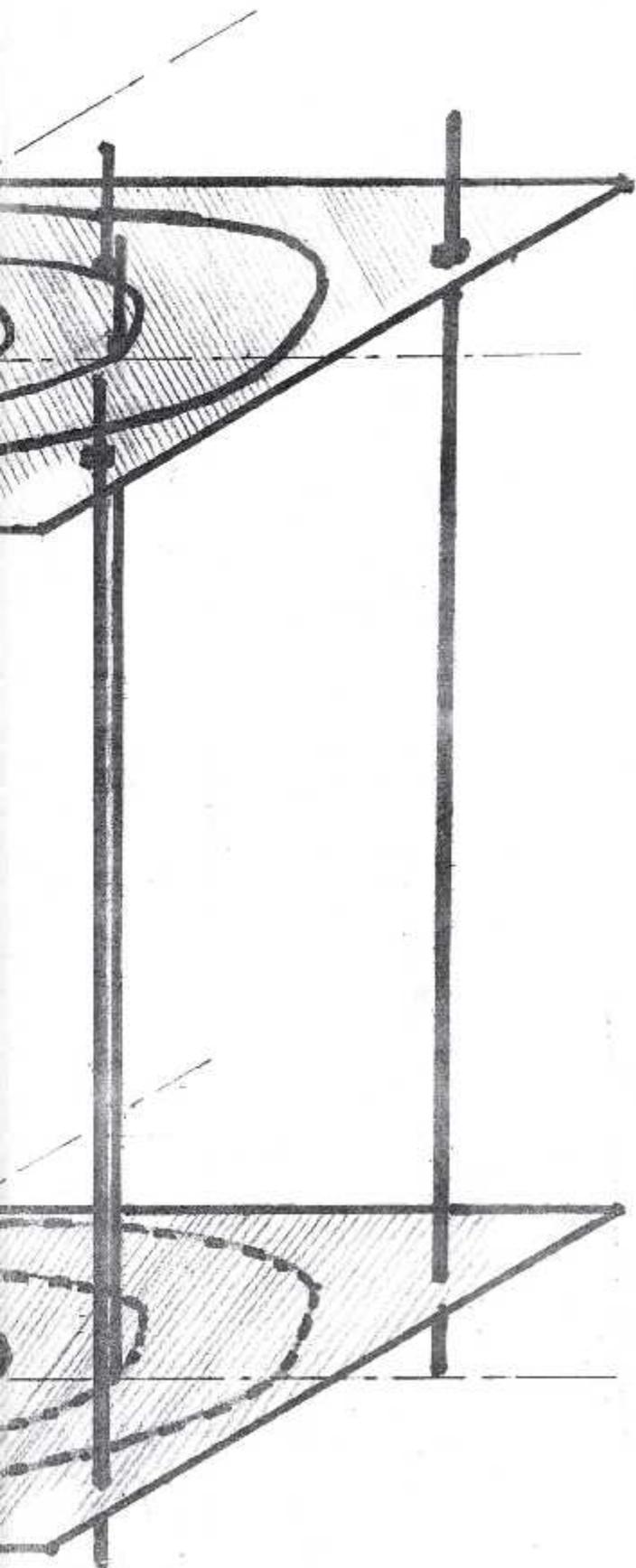
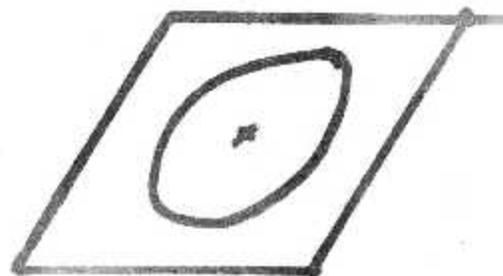
370 Ø

270 Ø

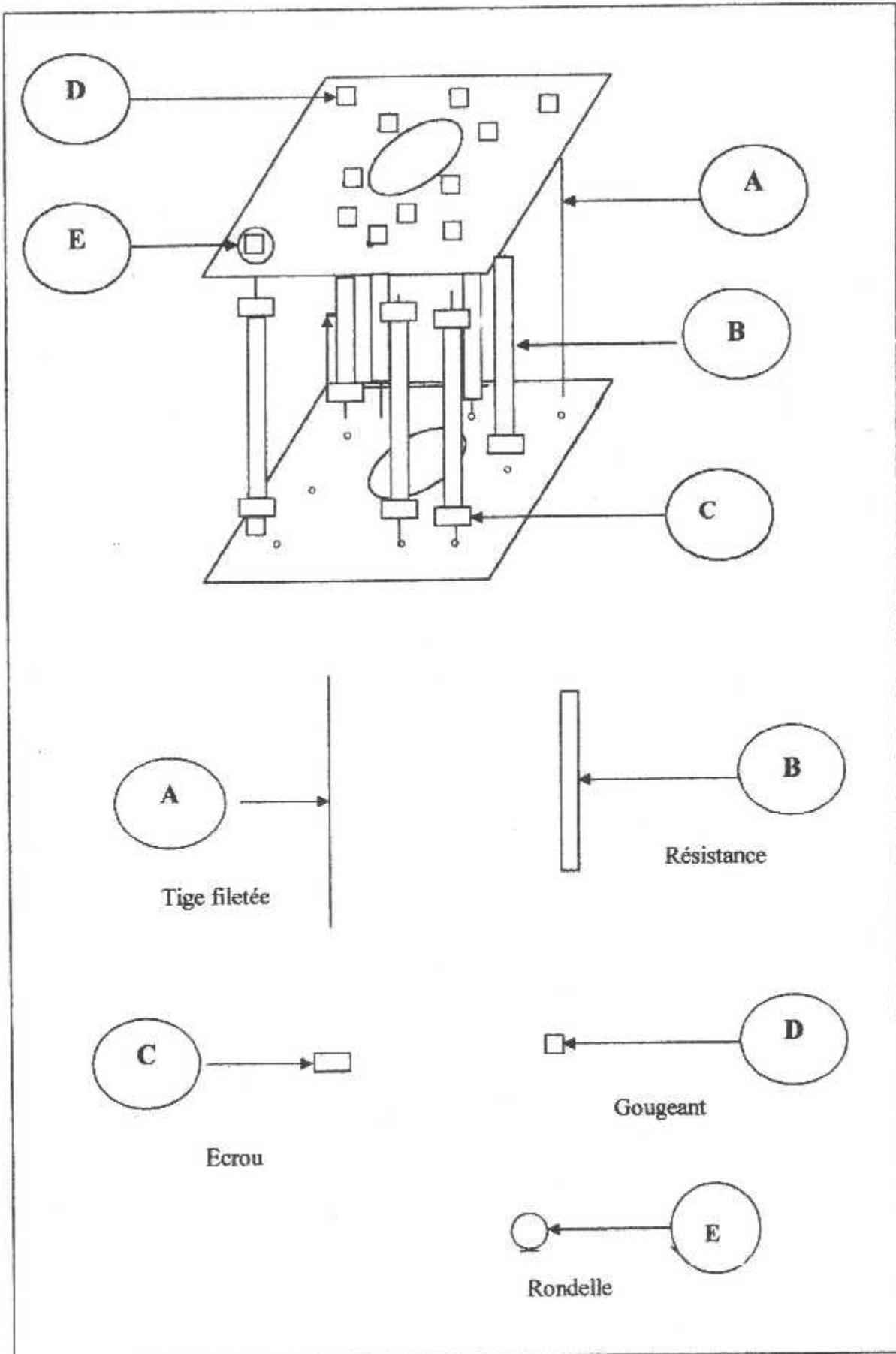
200 Ø



480 x 400



**-Figure 27-**  
**- Schéma descriptif du bloc de résistances -**



Les différents éléments constituant le bloc de résistances représenté sur la figure 17 Sont détaillés dans le tableau ci-dessous :

ITEM	Designation	P / N	Quantité	Dimension	matière
A	Tiges filetées		27	33 cm $\phi$ 6 mm	fer
B	Résistances		33	27 mm $\phi$ 15 mm	
C	Gougeant		66	$\phi$ Int = 6 mm $\phi$ ext = 15 mm	bakélite
D	Ecrou	MS 3565063254	148	$\phi$ = 6 mm	acier
E	Rodelles	960C416L	148	$\phi$ = 8 mm	acier
F	Plaques métalliques		02	48 X 40	alluminium

**Disposition des résistance :****Window 1 ( Glace frontal N°1 ) :**

Soit la résistance  $R1 = 9.18 \text{ ohms}$  ,  $P1 = 225 \text{ watts}$   
 ITEM 0001 , type NHL-225-072 , P/N 20013 .

La résistance équivalente à la résistance chauffante de la glace frontale est :

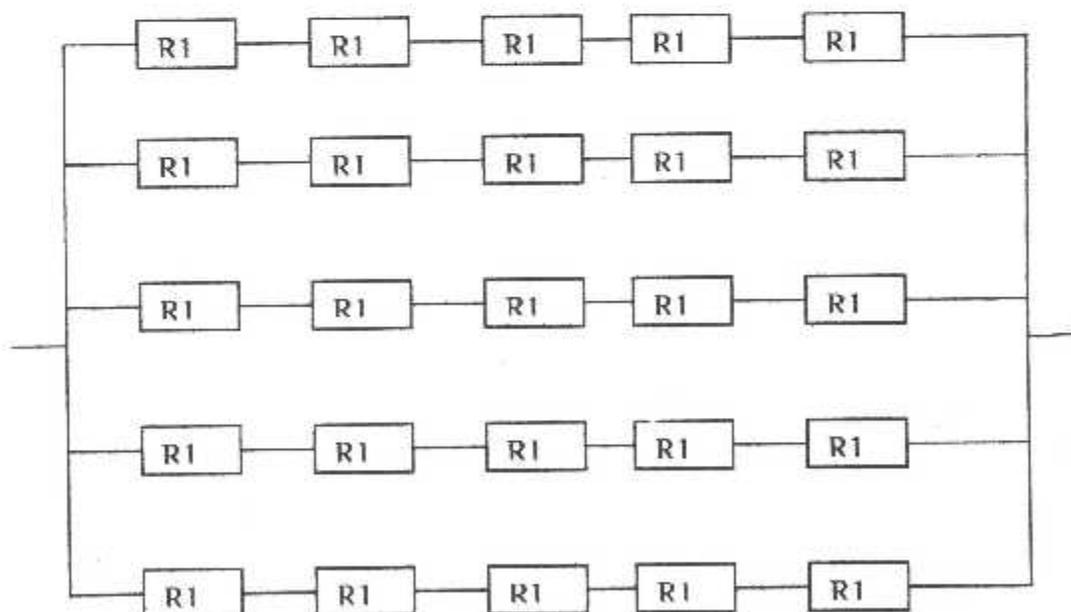
$$1/Req = 1/5R1 + 1/5R1 + 1/5R1 + 1/5R1 + 1/5R1$$

$$1/Req = 1 /R1$$

$$Req = R1 \text{ ( } R1 = 9.2 \text{ ohms )}$$

La puissance équivalente est égale à  $( 25 \times P1 = 5625 \text{ watt } )$  sachant que  $P1$  est la puissance d'une résistance  $R1$  .

Le bloc de résistances équivalent à la résistance chauffante est représenté par la figure suivante :



**-figure 22:** bloc de résistance de la glace frontale

**Window 2 ( glace lateral N°2 ) :**

Soit la résistance  $R_2 = 16.6$  ohms ,  $P_2 = 225$  watts  
ITEM 0002 , type NHL-225-072 , P/N 20013 .

-Pour -a- :

$$1/Req a = 1/R_2 + 1/R_2$$

$$1/Req a = 2 /R_2$$

$$Req a = R_2/2$$

$$Req_1 = 16.6/2 = 8.3 \text{ ohms .}$$

-Pour -b- : Même chose avec -a-

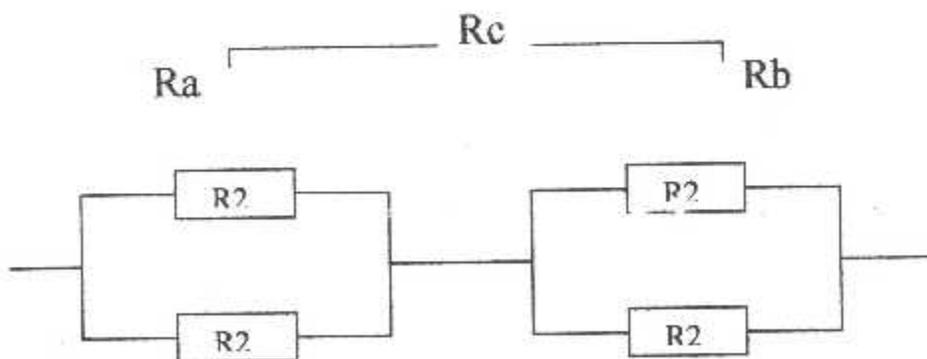
$$Req b = 8.3 \text{ ohms .}$$

$$R_c = R_a + R_b$$

$$R_c = 16.6 \text{ ohms}$$

La puissance équivalente est égale à  $04 \times P_2$  .

- Le bloc de résistances équivalent à la résistance de valeurs ( 16.6 ohms et de puissance 900 watts ) , est représenté par la figure suivante :



- Bloc de résistance de la glace latérale N° 02 -

**-Window3 ( glace lateral N°3 ) :**

Soit la résistance  $R3 = 17.2 \text{ ohms}$  ,  $P3 = 225 \text{ watts}$

ITEM 0003 , TYPE NHL-225-072 , P/N 200310 .

-Pour -a-

$$1/ R3 + 1/ R3 = 1/ Ra$$

$$2/ R3 = 1/ Ra$$

$$Ra = R3/ 2 = 8.6 \text{ ohms}$$

-Pour -b- : Même chose avec -a-

$$Rb = 8.6 \text{ ohms}$$

-Pour -c-

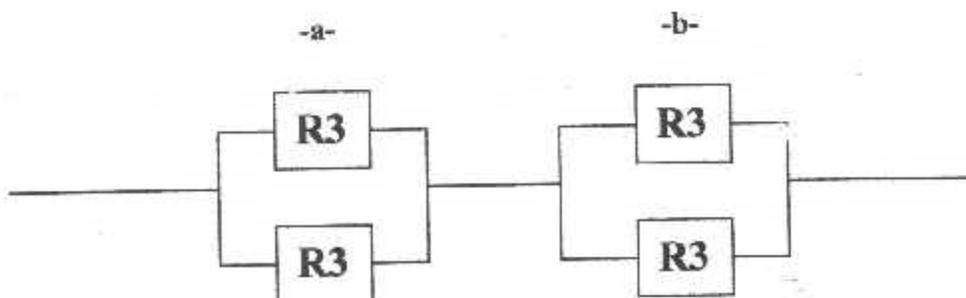
$$Rc = Ra + Rb$$

$$Rc = 2 Ra = 17.2 \text{ ohms}$$

$$Rc = 17.2 \text{ ohms}$$

La puissance équivalente est égale à  $04 \times P3$ .

Le bloc de résistances équivalent à la résistance de valeurs (  $17.2 \text{ ohms}$  et  $900 \text{ watts}$ .) , est représenté par la figure suivante :



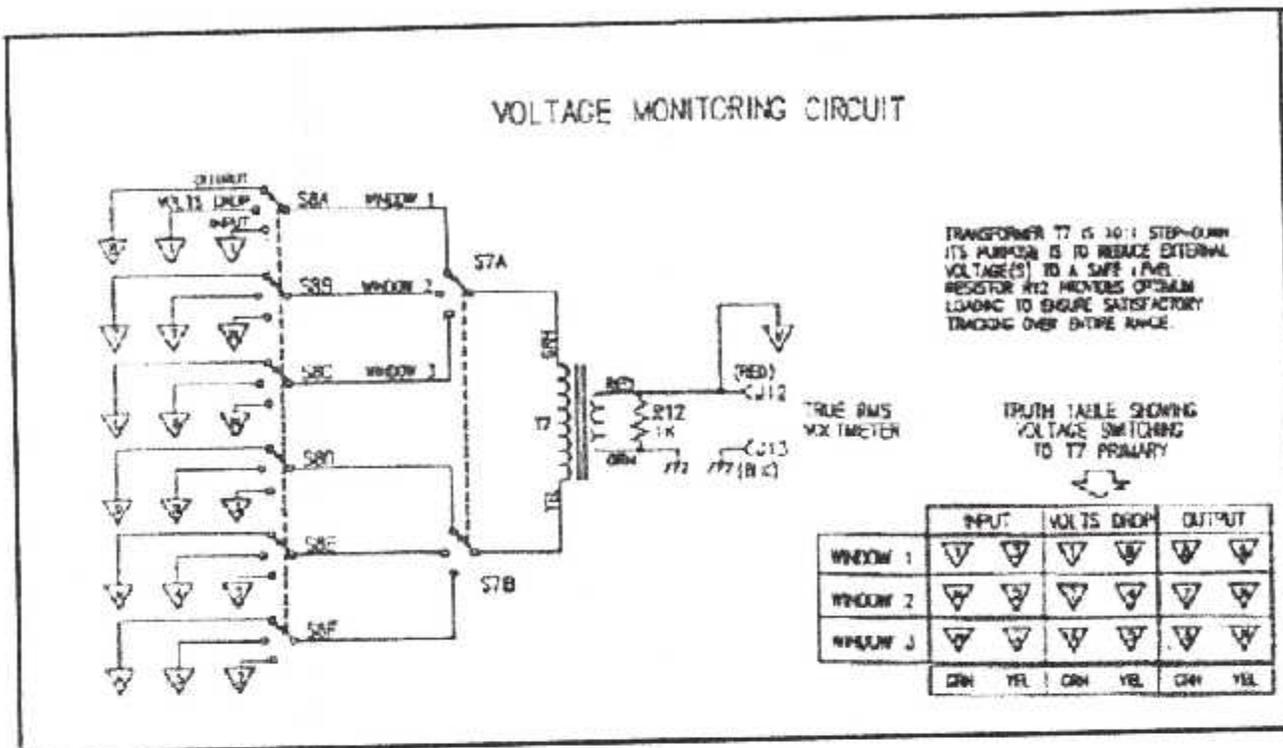
- Bloc de résistances de la glace latérale N° 03 -

En plus du circuit d'alimentation et du circuit de contrôle , le banc d'essai est équipé des deux circuits suivants :

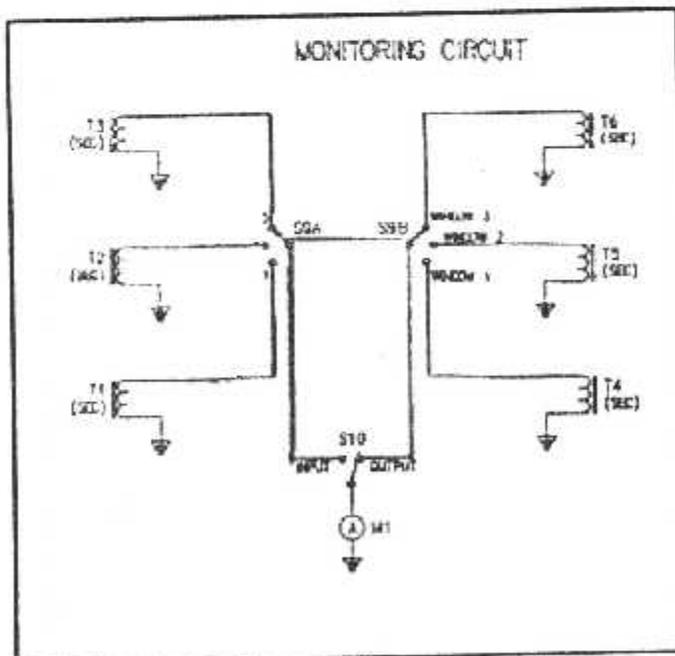
Circuit de contrôle de courant et de tension : c'est un circuit qui permet de contrôler le courant et la tension aux bornes des résistances chauffantes .

Circuit de simulation de défauts ( pannes ) : c'est un circuit qui permet de simuler ces différentes pannes que peut subir le système et permettant ainsi de tester le bon fonctionnement du système , ces circuits sont représentés par les figures suivantes :





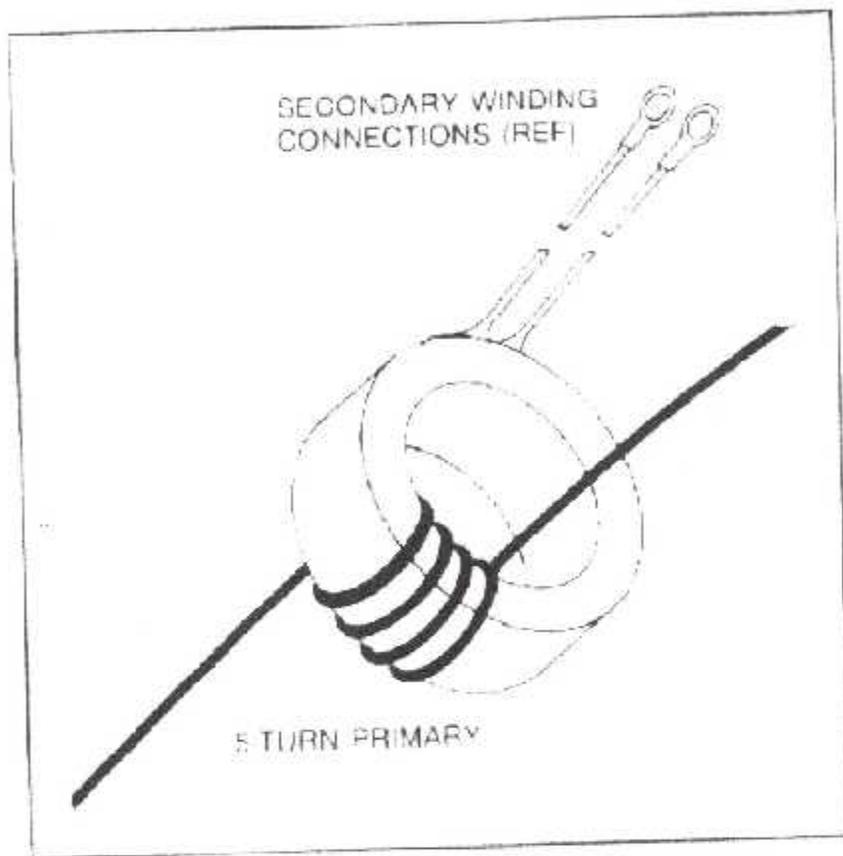
**Circuit de contrôle de tension**



**Circuit de contrôle de courant**

### 3-Réalisation du banc d'essai :

- Pour la réalisation du banc, on va se baser sur les schémas électriques donnés par le constructeur ( Boeing ).
  
- Dans la réalisation, on va procéder à quelques modifications afin de faciliter la manipulation et avoir une bonne disposition des composants ( diodes , résistances , transistor , transformateurs ....) .
  
- Les résistances , diodes et transistors sont placés sur des petites cartes électroniques ( fig. N° 23 ) .
  
- Les transformateurs sont fixés sur un tube de matière isolante  
(Fig. N° 26) 27)
  
- Le câblage est fait avec du fil de différentes gorges , réunis dans un torrent de fil permettant la liaison entre la prise du banc d'essai P1 A , P1B et celle de l'accessoire J<sub>1</sub>A, J<sub>1</sub>B



**Figure 26:** Transformateur T1 - T6

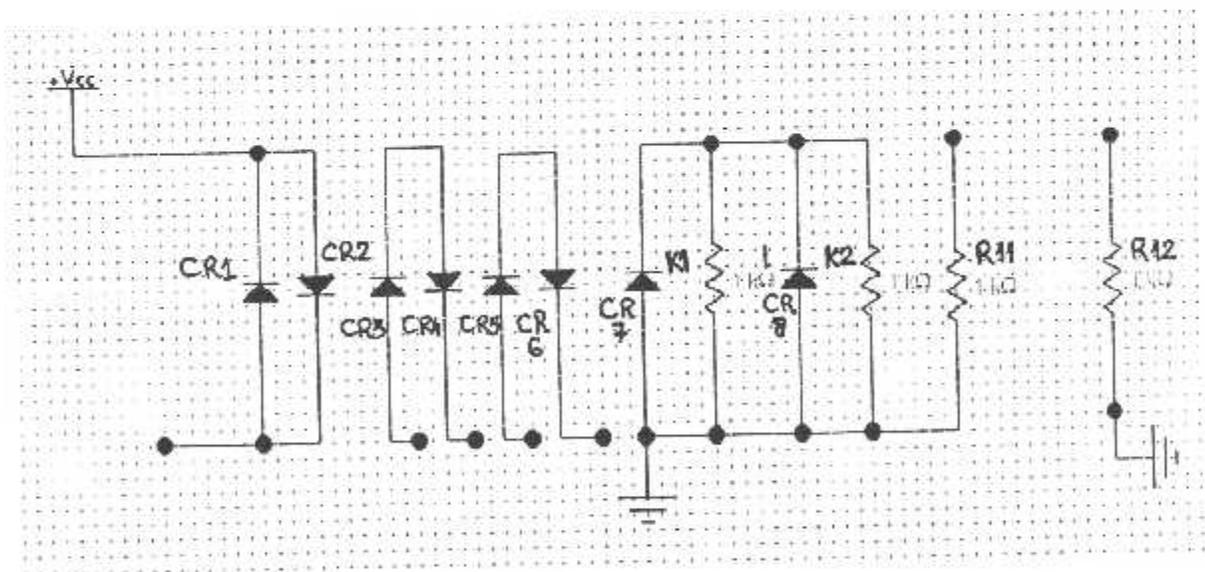
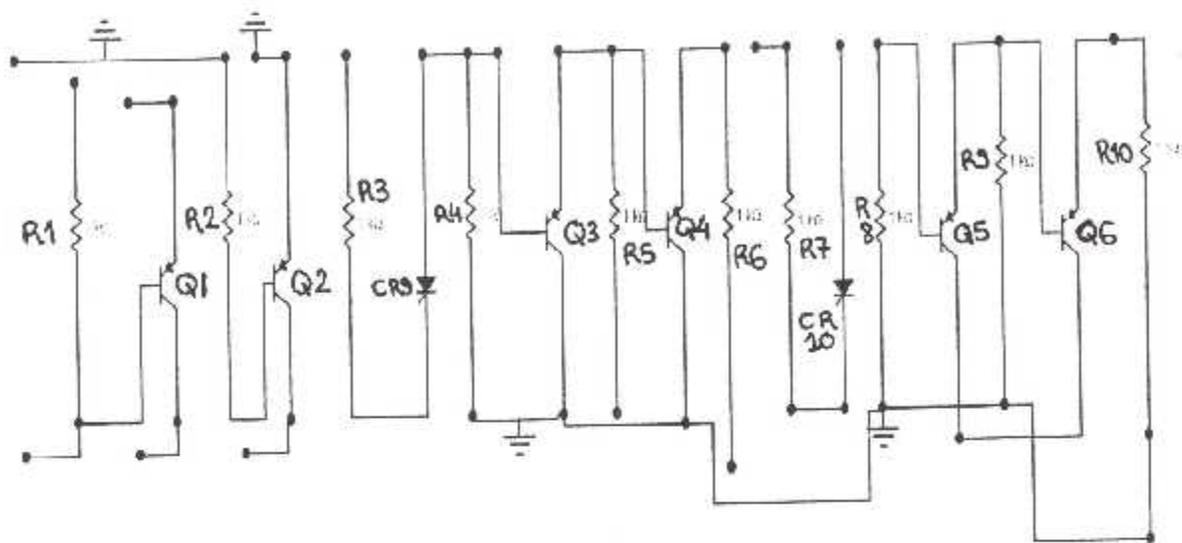
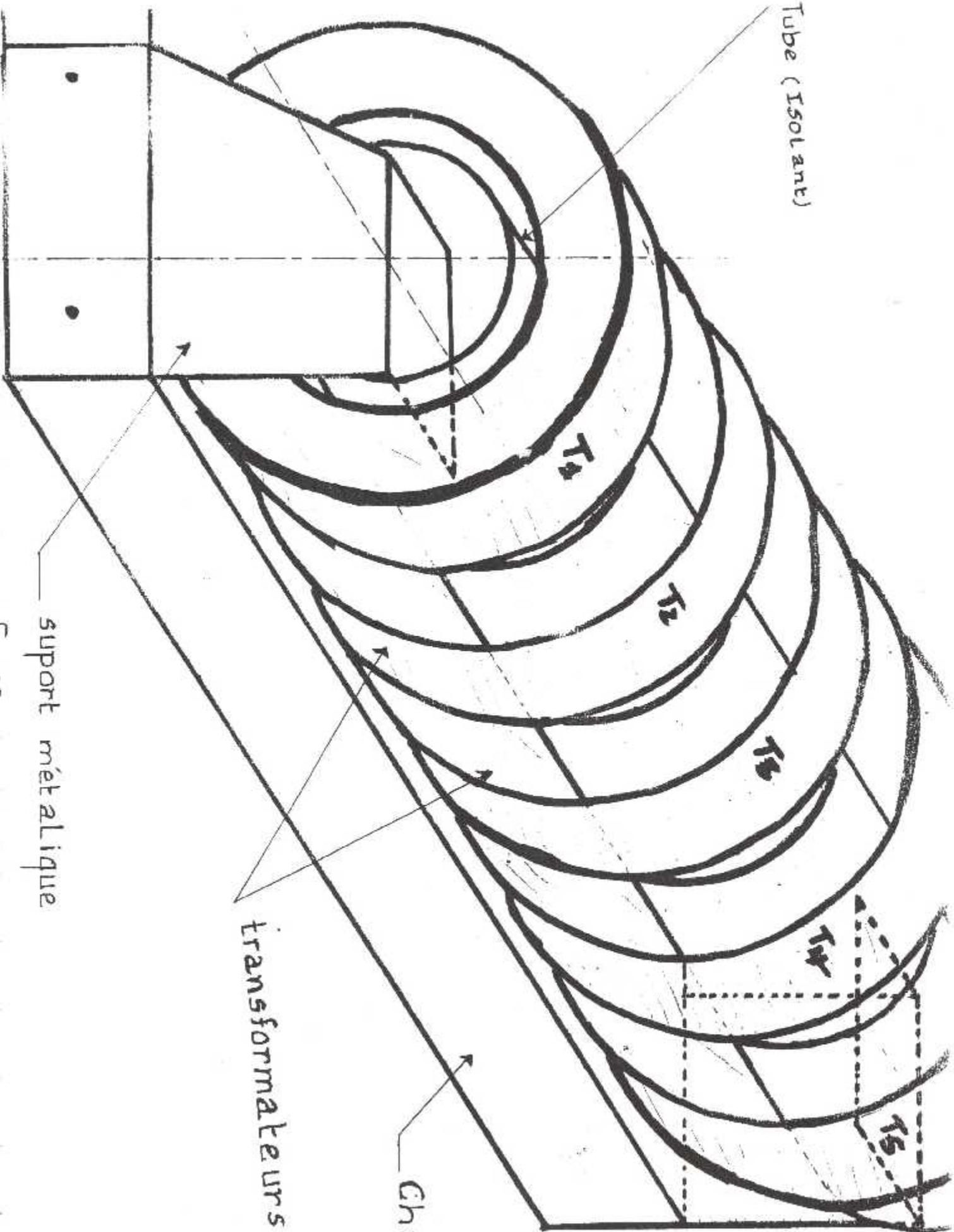


Figure -23- plaquettes électriques

Tube (Isolant)



support métallique

transformateurs

Chassis

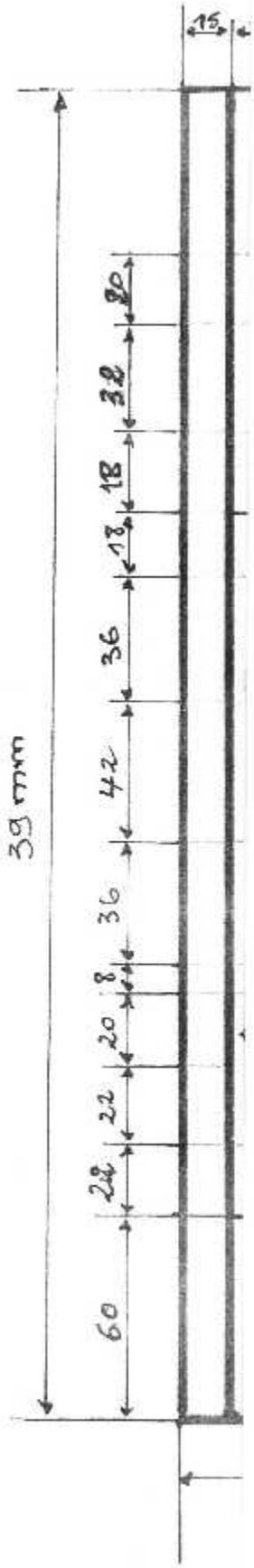
### 3-1--Composition du banc d'essai :

#### 3-1- 1-La façade du banc d'essai :

La façade en aluminium est représentée dans la figure N°19 , elle est de dimension ( 485mm x 4000mm x 5mm ) et composée des différents éléments représentés dans le tableau suivant :

Eléments	fonction	Référence	Dimension (mm)
L <sub>1</sub> FWD L <sub>2</sub> FWD L <sub>1</sub> SIDE L <sub>2</sub> SIDE	Lampe ON light Lampe INOP light Lampe ON light Lampe INOP light	P/N 1400080 DIALCO MS 25257-2 DIALCO P/N 1400080 DIALCO MS 25257-2 DIALCO	12mm (ø) 12mm (ø) 12mm (ø) 12mm (ø)
DS <sub>1</sub> , DS <sub>2</sub> , DS3, DS4	Lampe (alimentée en VDC) Lampe (alimentée en VAC)	P/N 162 - 8430 - 0931 - 502 MS 25257 - 2 V(72613) P/N 137 - 8836 - 1537 - 552 MS 590287 - 12 (V72613)	12mm (ø) 18mm (ø) 18mm (ø) 18mm (ø)
DS5 DS6	LED EICAS (diode électroluminesce)	P / N 804 V76854 MS 25041-8	12mm (ø)
S <sub>1</sub> ,S <sub>2</sub>	Switch (normal connect / normal open)	P / N804 (V76854) P / N 100040005 (V76854) P / N 001113010 (V76854) P / N 001113013 (V76854)	34mmx19mm et12mm (ø)
S <sub>3</sub>	Push bouton test	P / N 8221 (V09353)	14mm (ø)
S <sub>4</sub>	Switch (ON / OFF )	MS 35059 -24 (V12300) 882 2K21	34mmx19mm et 12mm (ø)
S <sub>5</sub>	Switch ( ON / OFF)	MS 24525 -22 8213 (V12300)	42mm x34mm et12mm (ø)
S <sub>6</sub> , S7, S9	Sélecteur (03positions, 06poles)	P/N 7411T ( V09353)	12mm (ø)
S <sub>8</sub>	Sélecteur 03 positions, 02étages, 18poles	P/N PA -300 V12289	et12mm (ø)

Eléments	fonction	Référence	Dimension (mm)
S <sub>10</sub>	Switcher à double position	P/N 7201T V09353 MS 35059 - 23	34mm x19mm et12mm (ø)
S <sub>11</sub> ,S <sub>20</sub>	Switch on off momentané ON/OFF	P/N 52032 (V31356) MS35059 -26 MS35059 - 30	34mm x19mm et12mm (ø)
F <sub>A</sub> F <sub>B</sub> F <sub>C</sub>	Circuit breaker	P/N 93X 1-1-2-30 V12300 MS 25244 25 25AMP.705AMP.7.5AM P	28mm x18mm 20mm x16mm 20mm x16mm et12mm (ø)
CONNECTEUR DES PINES	LA PRISE  LES PINES	P/N 3484 729 -748260- 01 USA PATENT .COIL 28VDC 320Ω.contactes 2PDT.115/ 200VAC 400HZ.10AMP cannon part # 03/9206-004 03/059-002 dpxamb-26p8p 34b-0001	80mmx51mm
J <sub>14A</sub> ,J <sub>14B</sub> ,J <sub>15A</sub> , J <sub>15B</sub> ,J <sub>16A</sub> ,J <sub>16B</sub> , J <sub>17A</sub> ,J <sub>17B</sub> ,J <sub>18</sub> , J <sub>19</sub> ,J <sub>20</sub>	Fiches jacks (points de tests)	P/N BP 30.BLC V58474 P/N BP 30.BLC V58474 P/N BP 30.BLC V58474 P/N 31 3376 V03554 P/N BP 30GNC V58474	10mm (ø)
J <sub>14C</sub> ,J <sub>16C</sub> ,J <sub>17C</sub>	Fiches jacks (points de testes)	P/N BP 30.F.L.C V58474	10mm(ø)
J <sub>12</sub> ,J <sub>13</sub>	Fiches jacks (Pour voltmètre)	P/N BP 30 RC V58474	10mm(ø)



**3-1-2-Le câblage :**

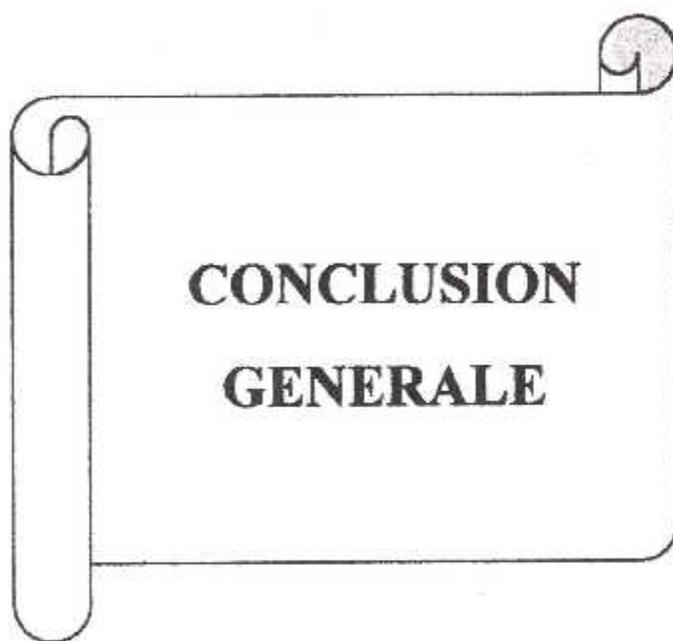
Le câblage est fait sur une plaque en aluminium ( châssis ) de dimensions ( 430mm x 200mm x 4mm et 55mm de hauteur ) sur la quelle sont posés les éléments suivants :

- 07 diodes .
- 02 relais .
- 03 plaquettes électroniques .
- 01 connecteur d'alimentation .
- Du fil pour le câblage .

Les différents éléments du câblage et Le support sont représentés respectivement par le tableau suivant

ELEMENT	REFERENCE
RESISTANCES R <sub>1</sub> ; R <sub>2</sub> ; R <sub>4</sub> ; R <sub>8</sub> ; R <sub>11</sub>	P/N RLR 20C1002GM 10 K $\Omega$ , 2% PM, 1W (PER MIL -R-39017)
RESISTANCES R <sub>3</sub> ; R <sub>6</sub> ; R <sub>7</sub> ; R <sub>10</sub>	P/N RLR 20C2001 GM 2K, PM 2%, 1W (PER MIL R -39017)
RESISTANCES R <sub>5</sub> et R <sub>9</sub>	P/N RLR 20C 4702 GM 47K, PM 2% 1W
RESISTANCE R <sub>12</sub>	P/N RLR 20C1001 GM 1K, PM 2%, LW
TRANSISTORS Q <sub>1</sub> ET Q <sub>2</sub>	P/N 2N4124 (PNP)
TRANSISTORS Q <sub>3</sub> , Q <sub>4</sub> , Q <sub>5</sub> , Q <sub>6</sub>	P/N 2N1711 GARRETT (NPN)
TRANSFORMATEURS T <sub>1</sub> , T <sub>2</sub> , T <sub>3</sub> , T <sub>4</sub> , T <sub>5</sub> , T <sub>6</sub>	P/N 01 298, 600 V, 400 HZ. PATIO 150:5 (AMP), SIMPSON P/N 40483 (V35104)
TRANSFORMATEUR PAR 10 (T7)	P/N CT 4586 (V07217) 120V, 2.4 AMP, 350cycles/m TYPE M2, CONCORD MASS USA
DIODES CR <sub>1</sub> CR <sub>2</sub>	P/N 40 HF 100 P/N 40 HF 60 ,25 AMP GARRETT

ELEMENT	REFERENCE
DIODES CR7 CR8	P/N 1N 645 GARRETT
DIODES ZENER CR <sub>9</sub> CR <sub>10</sub>	P/N 1N5240 V <sub>Z</sub> = 10 VDC GARRETT
LES RELAIS  K1 K2	P/N PRD11DY0 - 24VDC P/N 748260 - 01 (115/200 VAC, 400HZ, 320Ω) COIL 28VDC, CONTACT PDT 2 10AMP, USA PATENT
LE CONNECTEUR	28 VDC, MS 24264R12 115/200 VAC , MS 24264 R14B 45N



**CONCLUSION  
GENERALE**

# Conclusion

La réalisation de ce banc d'essai était bénéfique pour nous et pour air Algérie , parmi les points essentiels de ce bénéfice on peut citer :

La mise en œuvre et l'exploitation des différentes informations et connaissances acquises durant les années d'études .

La confrontation des différents problèmes de réalisation pratique non prévisibles théoriquement .

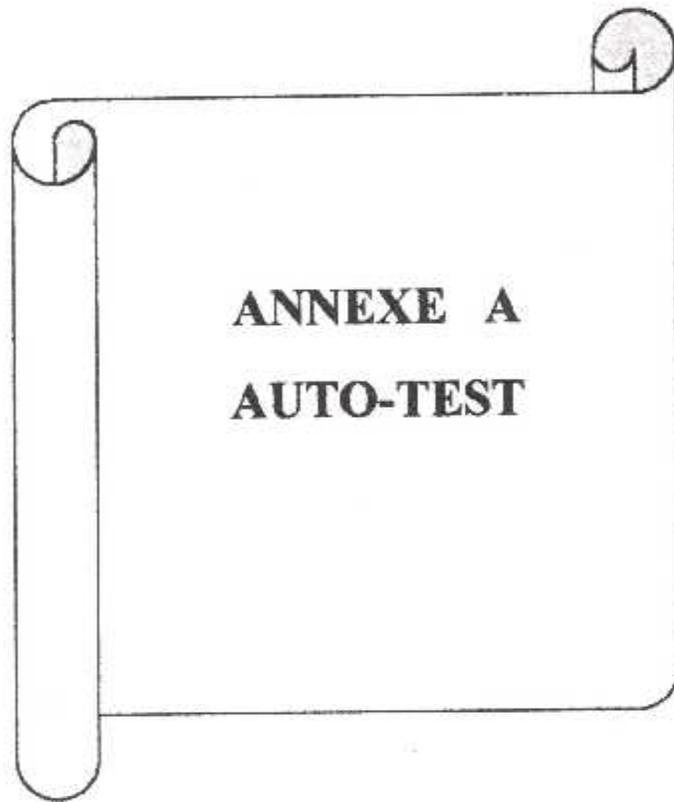
L'application des différentes normes de réalisation .

Le banc d'essai est d'une aide considérable pour les ateliers de air Algérie , car il permet la maintenance de l'accessoire au niveau de leurs ateliers .Ce qui met fin à la sous-traitance étrangère .

On souhaite que notre travail contribuera positivement à notre institut , et pour les promotions futures .

# Glossaire

- AMM** : Aircraft Maintenance Manuel ( manuel de maintenance avion ).
- BITE** : built in test equipment ( équipement de teste incorporé ).
- BP** : push bouton ( bouton poussoir ).
- BUS** : barre .
- CMM** : Component Maintenance Manuel ( manuel de maintenance des composants ).
- CONNECTOR** : prise .
- DC / GND** : DC GROUND ( masse , châssis ).
- FWD** : forward ( avant ).
- Hi** : high ( haut , conduit , en action ).
- I / O** : input / output ( entrée / sortie ).
- Lo** : low ( bas , ne conduit pas ).
- MTS** : Miscellaneous Test Panel ( panneau de divers testes ).
- NAND** : No and ( porte logique « non et » ).
- OPEN** : ouvert .
- P / N** : part number ( numéro de série ).
- SHORT SENSOR** : capteur court-circuité .
- VAC** : voltage alternative current ( source de courant alternatif ).
- VDC** : voltage direct current ( source de courant continue ).
- WHCP** : Window heat control panel ( panneau de contrôle de température des glaces ).
- WHCU** : window heat control unit ( système de regulation des glaces chaffinches ).



**ANNEXE A**  
**AUTO-TEST**

## **Introduction :**

● La procédure suivante doit être effectuée après toute réparation du panneau de teste , elle est aussi recommandée dans le cas d'un essai périodique compatible avec celui de l'équipement de teste de l'atelier .

- Equipement de teste :

Pour établir les différents testes, on aura besoin du matériels et éléments suivants :

- ◆ Multimètre Digital , Model 800A ( V 83536 ) .
- ◆ Bloc d'alimentation DC , Model 50-ID ( V 37102 ) .
- ◆ Bloc de simulation des charges , P/N CT8073 ( V 07217 ) .
- ◆ 02 Fiches Jacks ( Points de teste ) , P/N CT8073 ( V07217 ) .
- ◆ 02 fils pour l'auto-test .

Pour la certification du panneau , des fiches Jacks sont utilisées afin de compléter les circuits principaux lorsque on les appropriée des chunts .

Les fils utilisés pour le chunt sont capables de transporter jusqu'à 25 AMP car leur gorge minimum recommandé est de 12 AWG

## **Avertissement :**

Durant toute la procédure, divers étapes nécessitent des connexions de haute tension ( trois phases d'alimentation 115 VAC , 400 Hz ) d'où l'exigence d'une procédure externe afin d'éviter tout risque d'accident.

## **Note :**

Afin de faciliter l'interconnexions entre le panneau de teste CT8069 , table d'alimentation et bloc de charge , il est recommandé d'associer à cette conjonction les câbles de test suivants :

CT8070 , CT8071 et CT8046 .

### **Auto-test:**

#### **AC Power test : ( teste d'alimentation alternative )**

- Connecter le câble de teste ( CT8070 ) avec celui du panneau de test ( CT8069 ) alimenté en VAC .
- Placer le multimètre digital entre les points de test J14A et J15A .
- Mettre le switch S 5 sur position ON , les pompes DS 2 , DS 3 et DS5 doivent s'allumer et le multimètre digital doit indiquer une valeur allant de 199 à 200 VAC ( le voltage record ) .
- Mettre le sélecteur ( meter select ) S 8 sur la position « I / P » et le sélecteur S 7 sur la position « W1 » .
- Placer le multimètre digital sur les pins du voltmètre J12 et J13 , le multimètre digital doit indiquer un dixième 1/10 du voltage record (  $\pm 0.2$  volts ) et puis placer le switcher S 5 sur la position ( OFF ) .

#### **Test du courant de la glace 1 :**

- Connecter le câble de test ( CT8071 ) au panneau de test ( CT8069 ) et au bloc de charge ( CT8073 ) .
- Connecter le câble de test ( CT8046 ) au panneau de test ( CT8069 ) et bloc d'alimentation du 28 VDC .
- Placer les 02 fils (des shunts) entre les points de test J14A et J14B et entre J15A et J15B.
- Couper le courant de la sonde de chaque chunt , et le connecter au multimètre digital.
- Placer le sélecteur S 9 sur la position « W1 » et le sélecteur S10 sur la position « input » afin de sélectionner le courant traversant la glace 1 .

- Mettre le Switch S 5 sur la position « ON », le multimètre digital doit indiquer une valeur entre 21.3 et 22.3 Ampères et le panneau de test indique à son tour une valeur aux alentours de celle du multimètre digital (  $\pm 1.0$  amps ) .
- Placer le sélecteur S10 sur position « Output », le panneau de test doit indiquer une valeur aux alentours de la valeur précédente (  $\pm 0.4$  amps ) .
- Mettre le switch S4 sur la position « ON », et s'assurer que les lampes d'indication du 28 VDC s'allument.
- Tenir le switch S20 ( commande sans chauffage ) sur la position « ON » ( Fault position ) , le panneau de test doit indiquer la valeur précédente .

### **Test de tension de la glace 1 :**

- Connecter le multimètre ( réglé en AC ) au panneau de test ( aux pines du voltmètre ) , le multimètre doit indiquer une valeur allant de 19.6 à 20.4 volts.
- Placer le sélecteur S8 sur la position Volt Drop . le multimètre digital doit indiquer un 0 V (  $\pm 0.1$  volts ) .
- Placer le sélecteur S8 sur la position « O/P » , le multimètre digital doit indiquer une valeur allant de 19.6 à 20.4 volts .
- Mettre les switch S4 et S6 sur la position OFF.
- Déconnecter les fils reliés entre les points de test J14A et J14B et entre J15A et J15B .

### **Test du courant de la glace 2 :**

- Connecter des fils entre les points de test J16A et J16B .
- Placer le sélecteur du courant S9 sur la position W2 .
- Placer le switch S5 sur la position « ON » .
- Le panneau de test doit impérativement indiquer une valeur entre 6.1 et 7.7 amps .

- Garder le switch , le panneau de test indique la même valeur précédente .

### **Test de tension de la glace 2 :**

- Mettre le sélecteur S7 sur la position W2, le multimètre digital doit indiquer entre 11.2 et 11.9 volts.
- Placer le sélecteur S8 sur la position « VOLT DROP » , le multimètre doit indiquer un zéro (  $\pm 0.1$ volts ) .
- Placer le sélecteur S8 cette fois-ci sur la position « I/P » , le multimètre doit indiquer une valeur qui varie de 11.2 jusqu'à 11.9 volts .
- Mettre le switch S5 sur la position OFF .
- Déconnecter les fils reliant les points de test J16A et J16B .

### **TESTE DU COURANT DE GLACE 3 :**

- Connecter des fils entre les points de teste J17A et J17B .
- Placer le sélecteur du courant S9 sur la position W3 .
- Mettre le switch S5 sur la position « ON » , l'ampère mètre doit indiquer entre 5.9 et 7.5 amps.
- Garder le switch S22 ( commande sans chauffage ) sur la position ON ( Fault position ) , le panneau de teste (ampère mètre) doit indiquer un zéro amps .
- Relâcher le switch , l'aiguille de l'ampère mètre ne doit pas bouger .

### **TESTE DE LA TENSION DE LA GLACE 3 :**

- Placer le sélecteur de tension S7 sur la position « W3 » , le multimètre digital doit indiquer une valeur entre 11.2 à 11.9 volts .

- Mettre le sélecteur S8 sur la position volt drop, le multimètre doit indiquer un zéro ( $\pm 0.1$  volts).
- Placer le même sélecteur cette fois ci sur la position o/p, le multimètre doit indiquer une valeur allant de 11.2 à 11.9 volts.
- Mettre le multimètre sur la position off.
- Déconnecter les fils reliés entre J17A et J17B.

#### TESTE DE SIMULATIONS DES PANNES DE LA GLACE 1 :

- Connecter des fils entre les points de teste J15A et J15B et entre J14A et J14B.
- Connecter le multimètre digital (mesures en AC) sur les pines de l'oscilloscope trigger.
- Mettre le sélecteur S6 sur la position 2 (window 1 Delay).
- Placer le sélecteur du courant S9 sur la position W1 et S10 sur output.
- Mettre le switch S4 et S5 sur position ON, l'ampère mètre du panneau doit indiquer un zéro amps et le multimètre un zéro volts ( $\pm 0.1$  volts).
- Garder le switch S17 (chauffage sans commande) sur la position ON (fault position), l'ampère mètre doit indiquer une valeur qui varie de 20.6 à 23.0 amps, le multimètre digital indique un 28 VDC.
- Relâcher le switch, l'ampère mètre doit indiquer un zéro amps et la multimètre un zéro volts à son tour.
- Garder le switch S11 (asymétrie positive) sur la position ON (fault position), l'ampère mètre du panneau donne une indication allant de 7 à 11 amps, le multimètre digital doit indiquer un 28 VDC.
- Relâcher le switch, l'ampère mètre doit indiquer un zéro amps et le multimètre un zéro volts aussi.
- Garder le switch S14 (asymétrie négative) sur la position ON (fault position), l'ampère mètre doit indiquer une valeur allant de 7 à 11 amps.
- Relâcher le switch, le panneau indiquera un 0 amps.
- Mettre les switches S4 et S5 SUR OFF.
- Déconnecter les shunts réalisés entre les points de teste J15A et J15B et entre J14B et J14C.

### **TESTE DE SIMULATIONS DE PANNES DE LA GLACE 2 :**

- Connecter des fils entre les points de teste J16B et J16C .
- Mettre les switchs S4 et S5 sur la position « ON » .
- Placer le sélecteur du courant S9 sur la position « W2 » , et le sélecteur S6 sur la position « 3 » , l'ampère mètre et le multimètre doivent indiquer un zéro.
- Garder le switch S18 ( chauffage sans commande ) sur la position « ON » , l'ampère mètre donne une indication qui varie de 6.5 à 7.3 amps , et le multimètre une indication de 28 VDC .
- Relâcher le switch, l'ampère mètre et le multimètre digital doivent indiquer un zéro.
- Garder le switch S12 ( asymétrie positive ) sur la position ON  
l'ampère mètre du panneau doit indiquer entre 2 et 4 amps , et le multimètre un 28 VDC .
- Relâcher le switch S12, l'ampère mètre et le multimètre doivent indiquer un zéro.
- Garder le switch S15 ( asymétrie négative ) sur la position « ON » l'ampère mètre du panneau doit indiquer entre 2 et 4 amps .
- Relâcher le switch , l'ampère mètre et le multimètre doivent indiquer un zéro .
- Mettre les switchs sur la position off .
- Déconnecter les fils reliés entre J16B et J16C .

### **TESTE DES SIMULATIONS DES PANNES DE LA GLACE 3 :**

- Connecter des fils entre les points de teste J17B et J17C .
- Mettre les switchs S4 et S5 sur la position « ON » .
- Placer le sélecteur du courant S9 sur la position « W3 » , le panneau de teste et le multimètre digital doivent indiquer un zéro .

- Garder le switch S19 ( chauffage sans commande ) sur la position de défaut ( ON ) , l'ampère mètre du panneau une valeur qui varie de 6.3 à 7.1 amps , le multimètre doit indiquer un 28 VDC .
- Relâcher le switch , l'ampère mètre doit indiquer un zéro volts , idem pour le multimètre digital .
- Garder le switch S13 ( asymétrie positive ) sur la position « ON » , l'ampère mètre doit indiquer entre 2 et 4 amps , par contre le multimètre indiquera un 28 VDC .
- Relâcher le switch , le panneau et le multimètre doivent indiquer un zéro .
- Garder le switch S16 ( asymétrie négative ) sur la position « ON » , l'ampère mètre du panneau doit indiquer une valeur allant de 2 à 4 amps .
- Relâcher le switch , le panneau de teste indiquera un zéro amps.
- Mettre les switchs S4 et S5 sur la position « off » .
- Déconnecter les fils reliés entre les points de teste J17B et J17C .

### **STATUS INDICATOR CHECK :**

- Mettre les switchs S1 FWD et S2 SIDE sur la position « off » .
- Mettre le switch S4 sur la position « ON » , les lampes EICAS des glaces latérales N°02 et N°03 doivent s'allumer , et les lampes ON et INOP doivent rester éteintes .
- Appuyer sur le switch S1 FWD, la lampe ON du même switch s'allume , appuyer une seconde fois le même switch , la lampe s'éteint .
- Appuyer sur le switch S2 SIDE, la lampe ON du même switch s'allume, appuyer une deuxième fois , la même lampe s'éteint .
- Connecter des fils entre les pines J1A8 et J1A5 de la prise ( connecteur) . La lampe INOP FWD doit s'allumer .

- Déconnecter le chunt , la lampe s'éteint.
- Connecter des fils entre les pines J1A9 et J1A4 de la prise , la lampe INOP SIDE doit s'allumer .
- Déconnecter les fils , la lampe s'éteint .
- Connecter l'alimentation DC et le multimètre digital aux pines du connecter J1A5 ( - ) et J1A25 ( + ) .
- Augmenter progressivement le voltage jusqu'à ce que la lampe EICAS W2 s'éteint , le multimètre doit indiquer entre 9.1 et 11.5 volts .
- Remettre l'alimentation à 0 VDC , la lampe s'allume.
- Connecter l'alimentation DC et le multimètre digital aux pines du connecteur J1A5 ( - ) et J1A26 ( + ) .
- Augmenter progressivement le voltage jusqu'à ce que la lampe EICAS W3 s'éteint , le multimètre doit indiquer une valeur allant de 9.0 à 11.5 volts .
- Remettre l'alimentation à 0 VDC, la lampe s'allume .
- Couper l'alimentation et déconnecter le multimètre digital .
- Mettre le switch S4 sur la position « off » .

### **Divers testes :**

- Connecter le multimètre digital ( mesures en OHMS ) aux pines J1A5 et J1A10 de la prise , le multimètre doit indiquer une infinité.
- Tenir le switch S3 actionné, le multimètre doit indiquer une valeur allant de 0 à 2 ohms .
- Relâcher le switch , le multimètre doit indiquer de nouveau une infinité.
- Connecter le multimètre digital entre la pine J1A9 et celle de « osc inp »

( entrée de l'oscillateur ) .

- Mettre le sélecteur S6 sur la position « 3 » , le multimètre doit indiquer une valeur allant de 0 à 2 ohms .

- placer le même sélecteur sur la position « 2 » , le multimètre doit indiquer une valeur supérieure à 100 ohms .

- Connecter le multimètre entre la pine du connecteur J1A8 et celle de « osc inp » ( entrée de l'oscillateur ) , le multimètre doit indiquer entre 0 et 2 ohms .

- Mettre le sélecteur S6 sur la position (01) , le multimètre doit indiquer une valeur supérieure à 100 ohms .

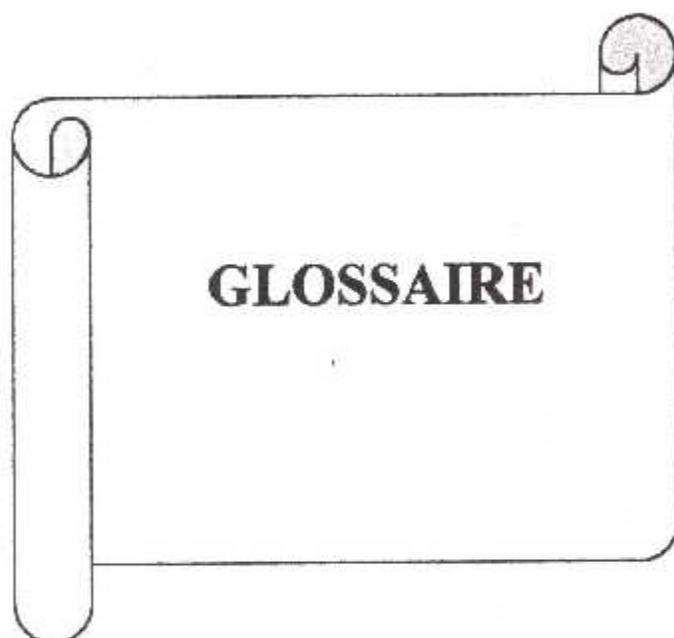
- Connecter le multimètre digital entre les pines de osc inp ( entrée et sortie de l'oscillateur ) , le multimètre doit indiquer une valeur allant de 2 à 4 ohms .

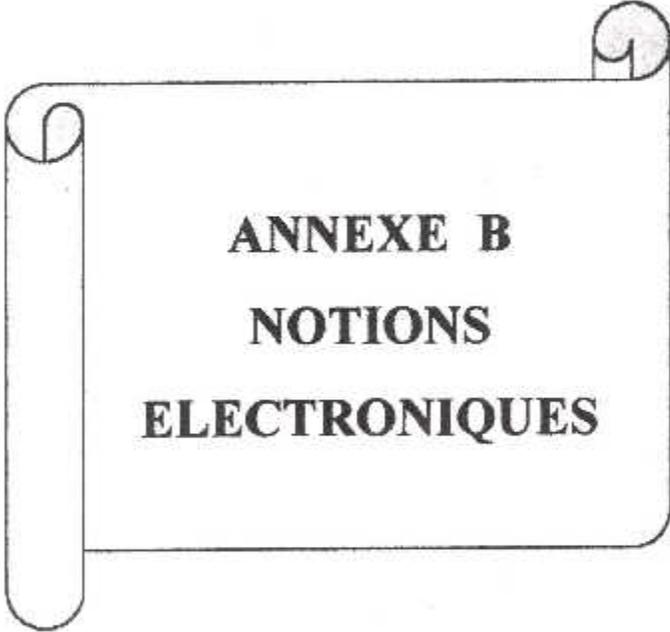
- Mette le sélecteur S6 sur la position « 2 » , le multimètre doit indiquer une valeur supérieur à 100 ohms .

- Connecter le multimètre entre les pines de « osc tri » ( entrée et sortie de l'oscillateur ) , le multimètre doit indiquer ente 9 à 11 k ohms .

- Placer le sélecteur S6 sur la position « 1 » , le multimètre doit indiquer une valeur qui varie de 2 à 4 ohms.

**Fin de la certification**





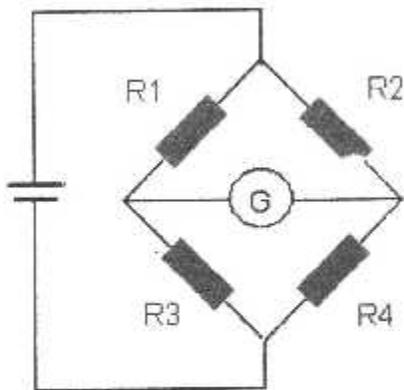
**ANNEXE B**  
**NOTIONS**  
**ELECTRONIQUES**

## Le pont de Wheatstone:

Il existe plusieurs types de ponts , nous nous contenterons d'étudier le plus célèbre , le pont de Wheatstone :

Il s'agit d'un ensemble qui a vocation d'être équilibré et qui sert à traduire un équilibre ou un déséquilibre électrique

### Voyons un exemple



### **Description de l'engin:**

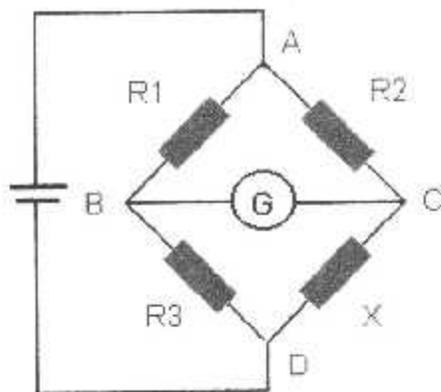
Le pont est constitué de 04 résistances , d'une batterie alimentant l'ensemble et d'un appareil de mesure ( G :galvanomètre ) qui s'il ne dévie pas dans un sens ou dans l'autre nous indique que le système est équilibré , c'est à dire qu'aucune différence de potentiel ( ddp = tension ) n'est présente à ses bornes et que par conséquent aucun courant n'y circule .

Naturellement , le circuit étant alimenté comme représenté sur le schéma , un courant circule dans chaque résistance du pont .

### **Fonctionnement du pont:**

Des petites modifications par rapport au précédent schéma :

- R4 est devenue X ( valeur inconnue ) .
- Nous avons ajouté pour chaque nœud du pont , une lettre ( ABCD ) .



Notre résistance ( X ) a une valeur inconnue et c'est justement sa valeur que nous nous proposons de déterminer .

Cette résistance est variable et nous l'avons faite varier pour obtenir l'équilibre du pont, c'est à dire le point "0" du galvanomètre. Nous en déduisons que la différence de potentiel aux points ( B ) et ( C ) est nulle .

**Convention :**

- Le courant qui circule dans R1 et R3 sera appelé I1.
- Le courant qui circule dans R2 et X sera appelé I2.

$V_{ab}$  : différence de potentiel entre les points A et B

Posons quelques équations :

$$V_{ab} = R1 \times I1$$

$$V_{bd} = R3 \times I1$$

Pour que le pont soit en équilibre, c'est à dire que la différence du potentiel entre les points ( B ) et ( C ) est nulle (  $V_{bc}=0$  ) ; il faut que les chutes de tension aux bornes de R1 et R2 soient identiques.

$$V_{ac} = R1 \times I2$$

$$V_{cd} = X \times I2$$

Idem pour R3 et X.

On en déduit que :

$$R1 I1 = R2 I2$$

$$R3 I1 = X I2$$

En reformulant notre équation :

$$R1 I1 / R3 I1 = R2 I2 / X I2 \quad , \text{ en simplifiant , il vient :}$$

$$R1 / R3 = R2 / X$$

déduisons la valeur de X :

$$X = \frac{R2 R3}{R1}$$

## Le Trigger de Schmitt :

### Définition :

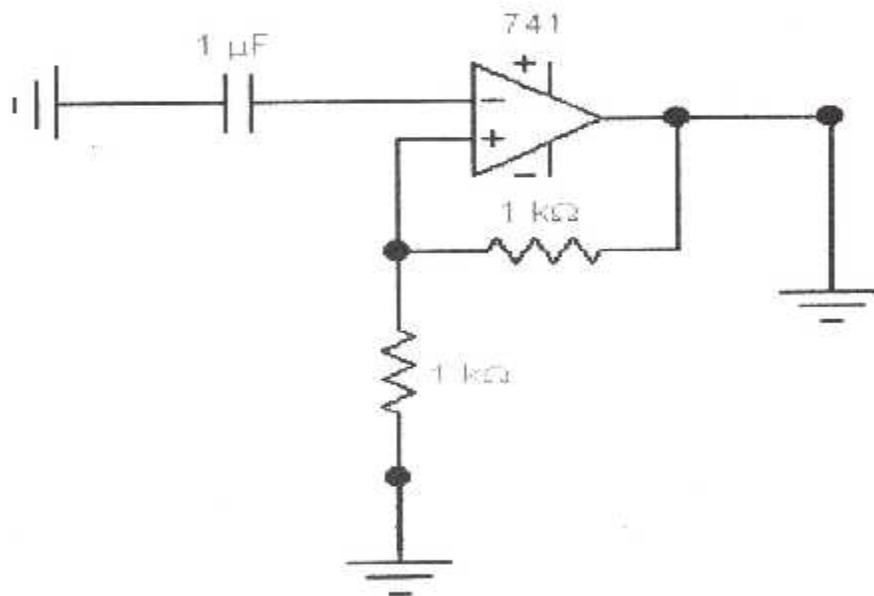
C'est un comparateur à deux niveaux de comparaison

On dit que c'est un comparateur à hystérésis

Deux types de Trigger de Schmitt :

- Trigger de Schmitt inverseur
- Trigger de Schmitt non inverseur

Trigger Schmitt non inverseur



On a Les niveaux de basculement :

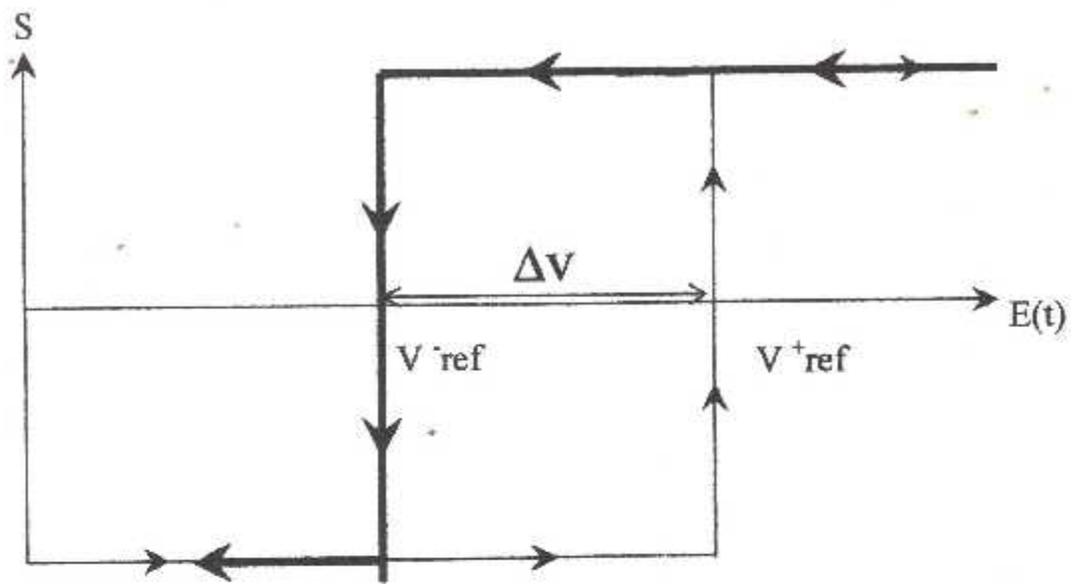
$$e^- = e^+ = V_{ref}$$

$$e^+ = (R_2 / R_1 + R_2) \cdot (e(t) + R_1 / R_1 + R_2) \cdot s(t) = V_{ref}$$

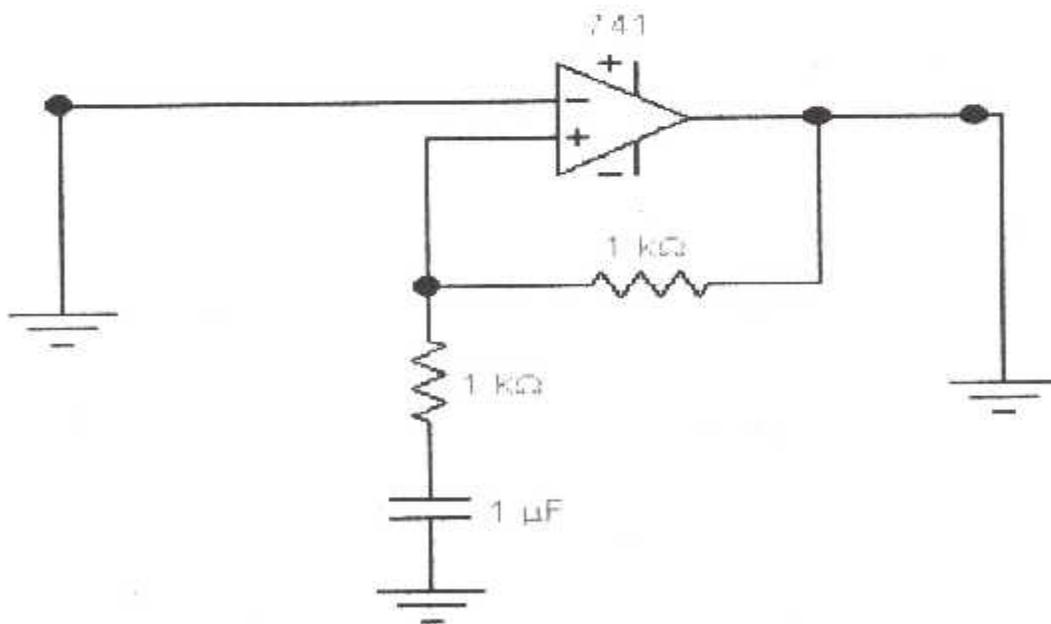
$$e(t) = (R_1 + R_2 / R_2) \cdot (V_{ref} - R_1 / R_2 s(t))$$

$$V_{ref}^- = (R_1 + R_2 / R_2) \cdot (V_{ref} - R_1 / R_2 V^-)$$

$$V_{ref}^+ = (R_1 + R_2 / R_2) \cdot (V_{ref} - R_1 / R_1 V^+)$$

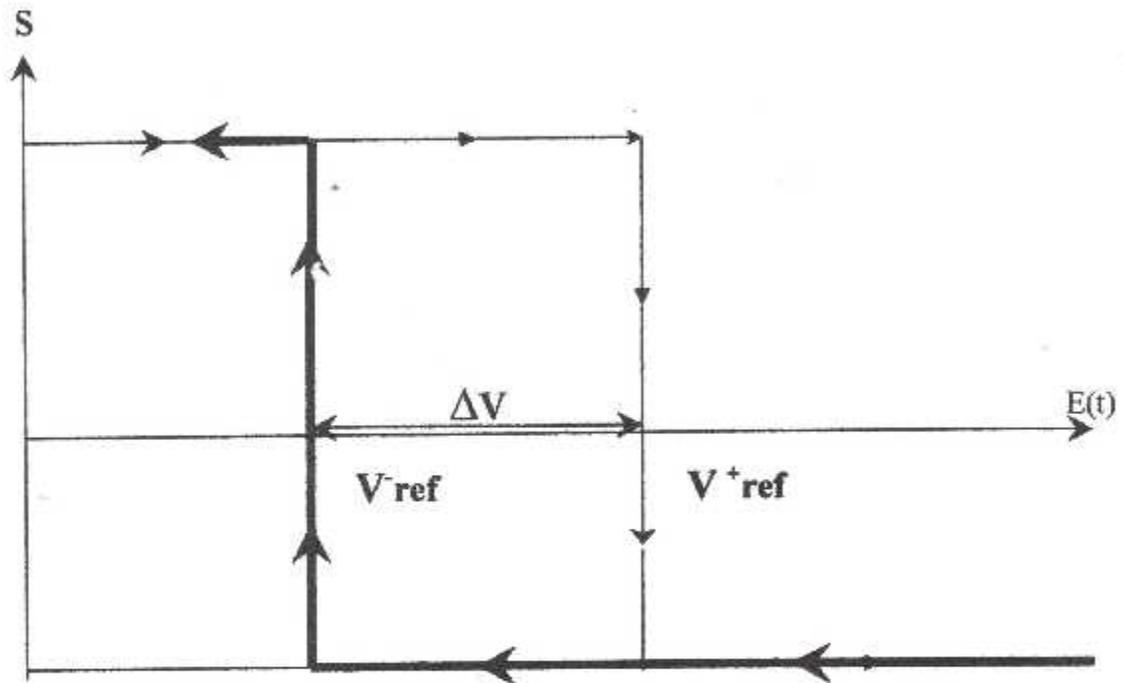


Exemple de Trigger de Schmitt inverseur



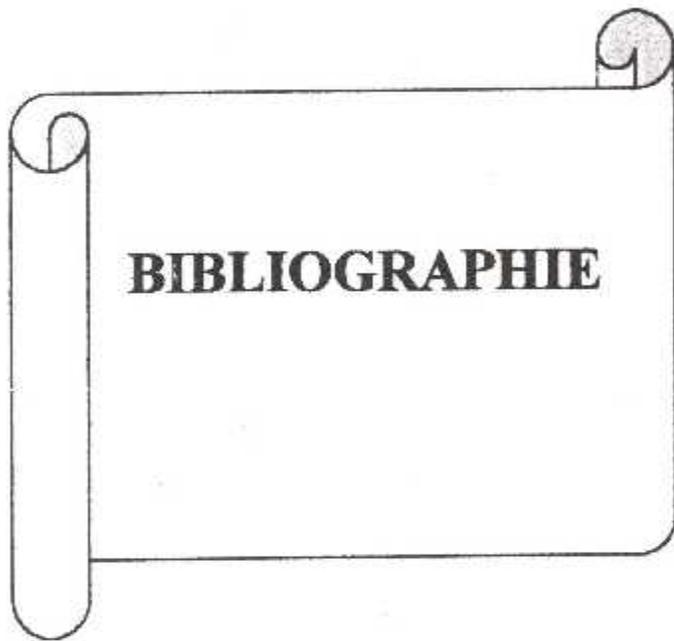
On a basculement au moment où  $e^+ = e^-$

$V_{ref}^+$  et  $V_{ref}^-$  sont les valeurs prises par  $e(t)$ , et on calcules les valeurs prises par  $e(t)$  aux instants de basculement .



### Application du Trigger de Schmitt :

- Obtention de signaux rectangulaire
- Suppression du bruit d'un signal numérique
- Rebondissement d'un poussoir due à une commutation



**BIBLIOGRAPHIE**

## **BIBLIOGRAPHIE**

### **MANUELS :**

- CMM : Component Maintenance Manuel
- AMM : Aircraft Maintenance Manuel

### **LES OUVRAGES :**

- Electronique général .
- Les semi-conducteurs .

### **LES THESES :**

- Etude et réalisation d'un banc d'essai de la boîte d'accessoires audio .
- Etude et réalisation d'un banc d'essai pour les systèmes de contrôle et de régulation de la température de l'APU et groupe de parc .

### **LES SITES WEB :**

- [www.ifrance.fr](http://www.ifrance.fr)
- [www.google.com](http://www.google.com)
- [www.boeing.com](http://www.boeing.com)