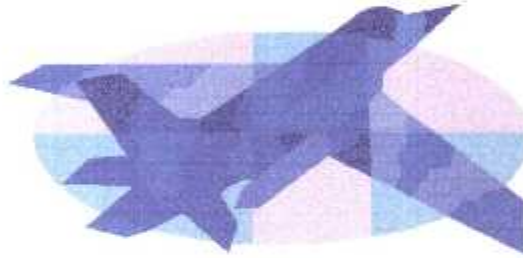


الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLICUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
جامعة سعد دحلب - البليدة -
UNIVERSITE SAAD DAHLEB - BLIDA - 056/2002
معهد الطيران
INSTITUT D'AERONAUTIQUE

PROJET DE FIN D'ETUDE
POUR L'OBTENTION DU DIPLOME
D.E.U.A

Option : Avionique



THEME

**ETUDE ET REALISATION D'AFFICHAGE DIGITAL
DE LA PRESSION ET LA TEMPERATURE
DE LA CABINE D'AVION AVEC ALARME D'ALTITUDE**

Proposé par :
M^{lle} DOUDOU FAIZA
Mr. A.H. BEN OUARED

Présenté par :
- KHALED MONA

Session : Octobre 2002

Dédicaces

Je dédie ce mémoire à mes chers parents pour leur affection et leur soutien moral et à qui je dois tout, mes frères, mes sœurs, mes cousins, mes cousines mes oncles, mes tantes et à toutes ces familles : Khaled, Youbi, Boudissa et Ameer Mansour ainsi que Amiret, au petit Mouâade et la petite Milissa.

Sans oublier mes amis : Djillali, Nassiba, Noura , Samia, Louiza, Nadia , Djamila et Rachida.

MONA



REMERCIEMENTS

Nous exprimons toute notre reconnaissance à notre promotrice mademoiselle Doudou Faiza et Monsieur Ben Ouared et nous remercions de nous avoir dirigé dans notre projet de fin d'études par leurs précieux conseils et leurs encouragements durant toute l'année.

Nous tenons également à remercier tous les membres du jury pour avoir accepté de siéger à la soutenance de ce mémoire.

TABLE DES MATIERES

Introduction

Contenu du projet

Chapitre I – la pression atmosphérique

1- la pression grandeur physique	1
2- tableau d'équivalence des divers unités de pression	
3- influence de la pression atmosphérique.....	2
3-1 influence sur la structure d'avion	
3-2 influence sur les passagers	3
4- variation de la pression par rapport a l'altitude	4

Chapitre II – pressurisation d'un avion

1- conditionnement d'air.....	5
2- pressurisation principe et comportement	7
3- le contrôleur électronique de pression C.P.C.....	9

Chapitre III ETUDE ET REALISATION

INTRODUCTION	10
1- EXPLICATION GLOBALE DU SCHEMA SYNOPTIQUE.....	12
2- L' ALIMENTATION.....	13
4 LE CAPTEUR DE PRESSION	19
5- LE CAPTEUR DE TEMPERATURE.....	23
6- LE CONVERTISSEUR A/D ET L' AFFICHEUR L.C.D	25
7- ALARME ALTITUDE	29
8-REGLAGE ET ESSAIS.....	35
9-CIRCUIT ELECTRONIQUE GENERALE	39

NOMENCLATURE DES COMPOSANT

ANNEXE

BIBLIOGRAPHIE

CONTENU DU PROJET

L'objectif du projet c'est l'affichage digital de la pression et de la température cabine d'avion, la détection du seuil de pression admissible pour le déclenchement d'avertisseur sonore afin d'assurer la sécurité de la structure et le confort des passagers.

Notre travail est constitué de trois (3) parties :

Première partie : chapitre I et II

- Etude de la pression comme une grandeur physique et son influence.

Deuxième partie : chapitre III

- Description et étude des différents étages électroniques nécessaires.

- Réglage et essais.

INTRODUCTION

La conception est à la base de toute réalisation technologique, c'est l'inévitable point de départ de tout « produit » quelque soit sa nature, son importance, sa complexité ou son objectif.

Du plus simple ustensile de cuisine au plus puissant centre de calcul, un produit est le résultat d'un ensemble de travaux définis par des spécificités à sa conception .

Les difficultés qui se posent au niveau de la conception et de la construction font appel aux principes de la technologie qui avant tout un ensemble de méthodes de résolution basées sur des démarches logiques traçant le chemin à suivre lors de la réalisation d'un produit donnée .

L'aéronautique exige un minimum de connaissances théoriques regroupant un nombre considérable de matière scientifique : mécanique générale, mécanique des fluides, mécanique de vol, thermodynamique, résistance des matériaux, métallurgie et avionique.

Cette dernière est basée essentiellement sur des principes électroniques pour les divers instruments de contrôle d'avion pendant son vol.

Parmi eux un instrument de bord qui présente notre projet d'étude afin de réaliser un module d'alarme altitude avec affichage digital de la pression et de la température cabine d'avion.

Puisque la recherche scientifique qui a pour origine la recherche pour elle-même n'a pas de sens que si les connaissances acquises et partagées, profitent finalement à l'humanité.

CHAPITRE I

LA PRESSION ATMOSPHERIQUE

1- LA PRESSION GRANDEUR PHYSIQUE

Un corps liquide ou gazeux enfermé dans un récipient qu'il remplit entièrement exerce sur toutes les parois de celui-ci, une force dite de pression. Celle-ci dépend de la nature du fluide, du volume qu'il occupe avant et après remplissage c'est à dire des conditions de transfert et enfin de la température.

Du point de vue phénoménologique la pression P , en tant que paramètre macroscopique, se définit à partir de la force dF , exerce normalement à un élément de surface dS de la paroi par le fluide contenue dans le récipient.

$$P = dF/dS$$

Ce quotient est indépendant de l'orientation de la surface élémentaire et ne dépend que de sa position dans le fluide.

Les fluides sont, également soumis à la force de pesanteur c'est pourquoi dans le cas d'une colonne liquide par exemple contenu dans un tube ouvert, placé verticalement, la pression en point M , à la distance L de la surface libre, est égale à la pression atmosphérique P_0 augmenté du poids de la colonne s'exerçant sur l'unité de surface, soit :

$$P = P_0 + \rho gh$$

ρ : étant la masse volumique du fluide g l'accélération de la pesanteur à l'endroit de la mesure de même pour un fluide soumis à une accélération quelconque, il y a lieu de tenir compte de l'influence de la force d'inertie sur la pression.

2. TABLEAU D'EQUIVALENCE DES DIVERS UNITES DE PRESSION :

La relation $P = dF / dS$ définit à la fois, la pression et l'unité de pression en tant qu'unité dérivée.

Cette unité, le Pascal (PA) correspond dans le système international (S.I) à une pression uniforme exercé sur une surface de un mètre carré, une force de un newton. La pression atmosphérique normal correspond à une hauteur de colonne de mercure de 760 mm à 0°C et sous l'accélération normal de la pesanteur $g = 9,8066\text{m/s}^2$, elle est égale à 101325 PA, est exprimé souvent en millibars, un millibar étant égale à 100 pascals, le tableau ci dessous montre l'équivalence entre divers unités.

UNITE DE PRESSION	PASCAL	BAR	ATMOSPHERE	PSI	1 MILIB AR
1 PASCAL	1	10^{-5}	$0.9869 * 10^{-5}$	$0.1451 * 10^{-3}$	10^{-2}
1 BAR	10^{45}	1	0.9869	14.51	1000
1 ATMOSPHER E	101325	1.013	1	14.70	1013
1 PSI	6890	$6.89 * 10^{-2}$	0.068	1	68.947
1 MILIBAR	100	$1 * 10^{-3}$	$0.986 * 10^{-3}$	0.01451	1

3. L'INFLUENCE DE LA PRESSION ATMOSPHERIQUE :

3.1- L'INFLUENCE SUR LA STRUCTURE D'AVION :

L'avion à une altitude Z supérieur à 3000 m est comme un ballon gonflé parce que la pression cabine qui notée P_c est supérieur à la pression extérieur qui est la pression ambiante exercée par l'atmosphère sur l'avion et qui est notée P_a ou P_{ex} .

L'explication de ce phénomène est que l'avion à une altitude Z supérieur à 3000 m à l'intérieur de la cabine est maintenue à une pression correspondante à une altitude de l'ordre de 2500 à 3000 m. On appelle ce phénomène le principe de pressurisation d'un avion que nous verrons dans le prochain chapitre, cette pressurisation gonfle la cabine par apport à la pression ambiante P_a et produit des contraintes au niveau des fibres

constitutifs du revêtement de l'avion voir fig. (a), une tranche du revêtement est soumise à deux contraintes :

La contrainte longitudinale qui est notée σ_x

La contrainte tangentielle qui est notée σ_t . Voir fig.(b)

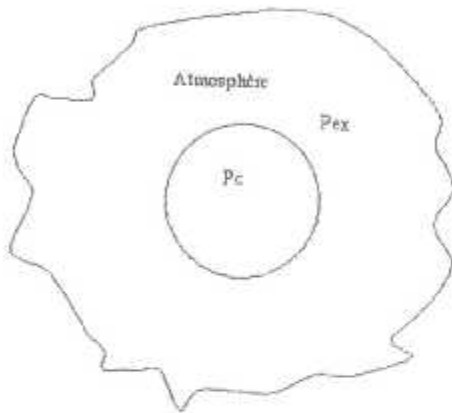


Fig. (a)

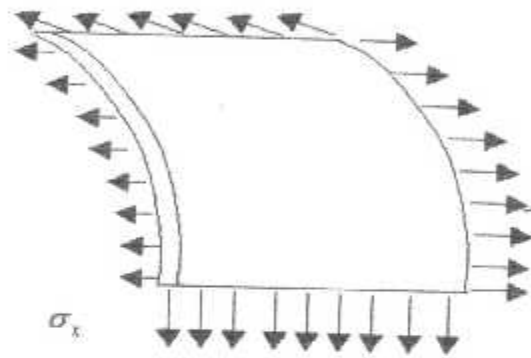


Fig. (b)

$$\Delta P = P_c - P_{ex}$$

3.2- l'influence sur les passagers :

L'organisme de l'être humain est sensible aux variations de la pression p , si la pression cabine P_c diminue au-dessous de 1013 mb en une minute tout se passe comme si la cabine est montée de 0 à 500 Ft soit une vitesse verticale cabine

$$V_{zc} = 500 \text{ Ft / min} \quad \text{avec} \quad 1 \text{ Foot} = 30,68 \text{ cm}$$

Montée confort 500 Ft/min acceptable perceptible à 1000Ft/min.

Décence confort = 300 Ft/min perceptible à 500 Ft/min

4-Variation de la pression par rapport a l'altitude :

Un corps solide à une altitude Z_1 par rapport au sol, subit une pression sur lui, dont sa valeur dépend au poids de l'air appliqué sur ses parois.

L'expérience des études météorologique montre que le déplacement du corps vers le haut à un point $Z_2 > Z_1$ provoque une diminution de cette pression.

Le tableau ci-dessous montre que pour des valeurs croissantes d'altitude on a des valeurs décroissantes de pression.

Altitude (Pied)	Pression (mb)
50	1001,4
1773	950
3243	900
4781	850
6394	800
8091	750
10000	696,8
11780	650
13801	600
15962	550

CHAPITRE II

PRESSURISATION D'UN AVION

Introduction :

Les risques d'hypoxie nécessite de maintenir dans la cabine une pression normal supérieur ou égale à celle régnant autour de 2000 à 3500 mètres, donc elle est supérieure à la pression extérieure, ce qui implique que l'avion est en état de pressurisation.

1-Conditionnement d'air :

On prend comme exemple le BOING 727-228 pour montrer la répartition de l'air dans la cabine d'avion voir fig (II.1).

La distribution de l'air à partir du compartiment de distribution situé à l'arrière soute avant comporte :

Un circuit plafond.

Un circuit parois.

L'air est ensuite évacué à l'extérieur par la vanne de régulation de pression située à l'arrière de l'avion.

Une fraction de l'air est utilisé pour ventilation des armoires électronique (système de refroidissement).

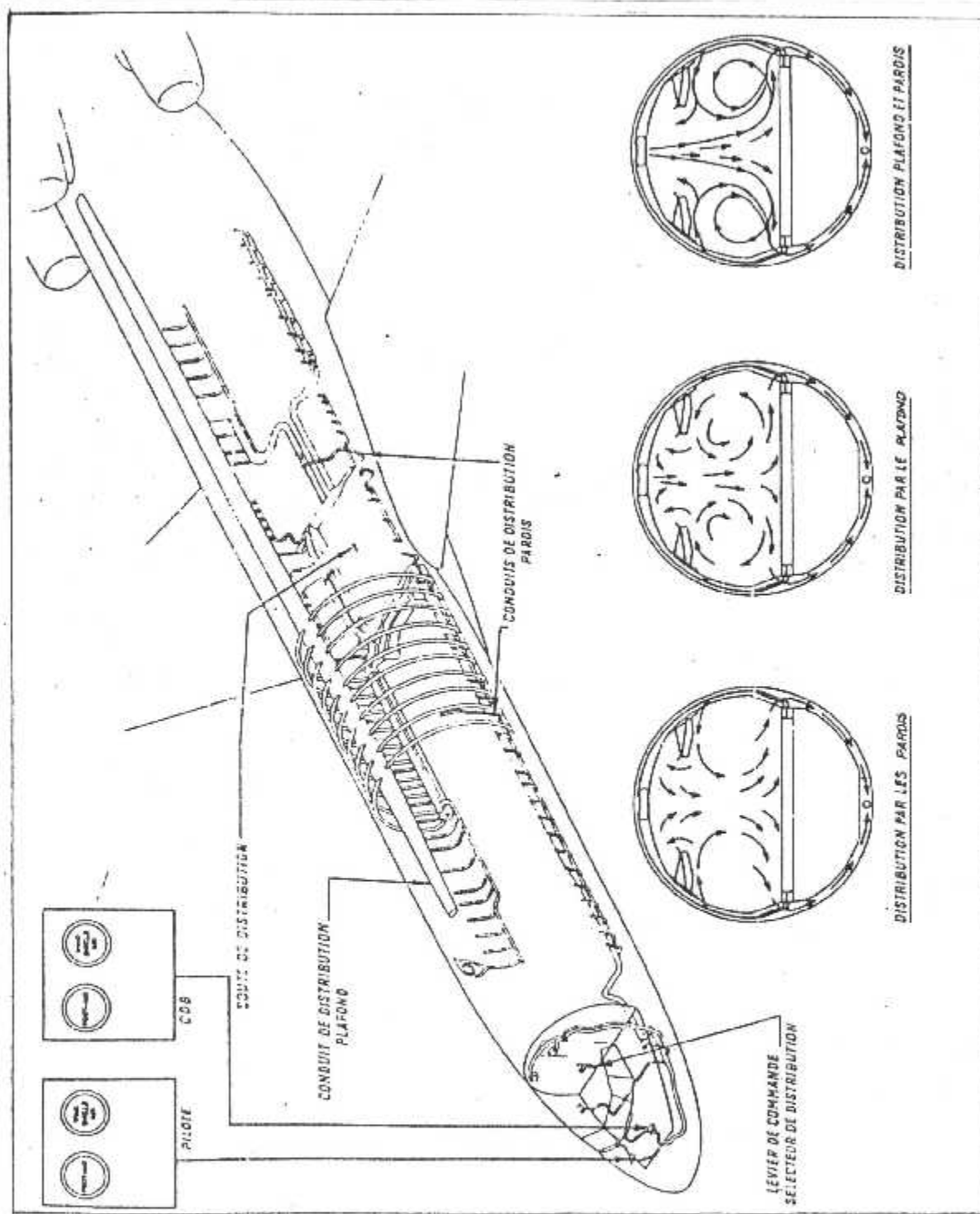


FIGURE N° II 1

B-727-228 CONDITIONNEMENT D'AIR

DISTRIBUTION

CIRCUIT POSTE ET CABINE

2- Pressurisation principe et comportement :

Le dispositif de régulation de la pression assurée par contrôle du débit de fuite (la quantité d'entrée de sortie d'air).

- Le contrôle de l'altitude cabine.
- Le contrôle de la variation de la pression cabine
- La limitation de la pression différentielle (Δp)

Ce principe comporte les éléments suivants :

- 1-Une vanne de régulation électronique située à l'arrière de l'avion.
- 2-Un contrôleur électronique situé en soute électronique (armoires électroniques).
- 3-Une boîte de commande située poste de pilotage. Voir fig II 2.

La commande peut se faire selon trois modes différentes sélectionnables par l'équipage

- Mode automatique.
- Mode stand-by (semi-automatique).
- Mode manuel (système de secours).

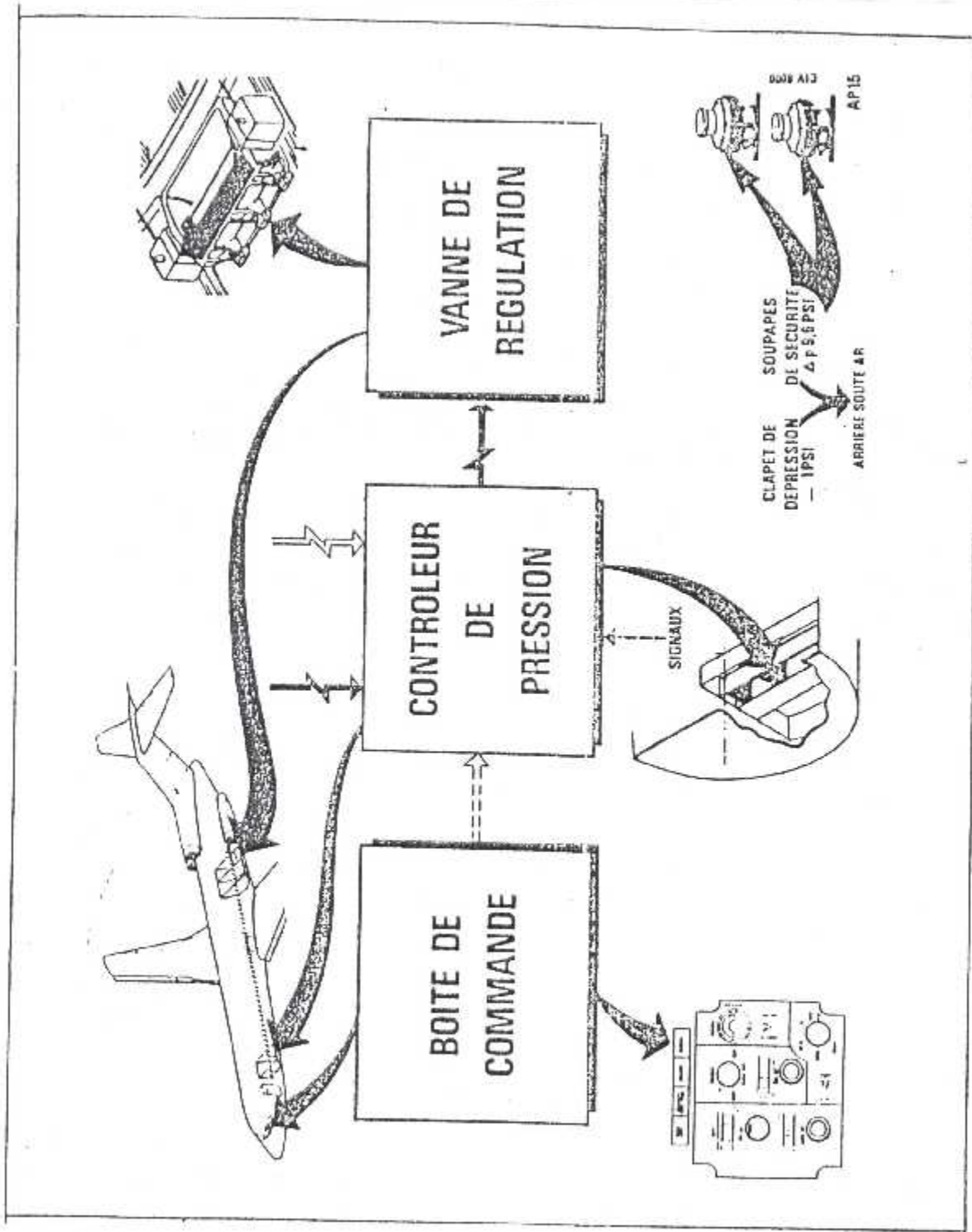


FIGURE N°II 2 B- 727-228

CONDITIONNEMENT D' AIR
-PRESSURISATION-PRINCIPE

3-Contrôleur électronique de pression cabine C P C :

Principe de fonctionnement :

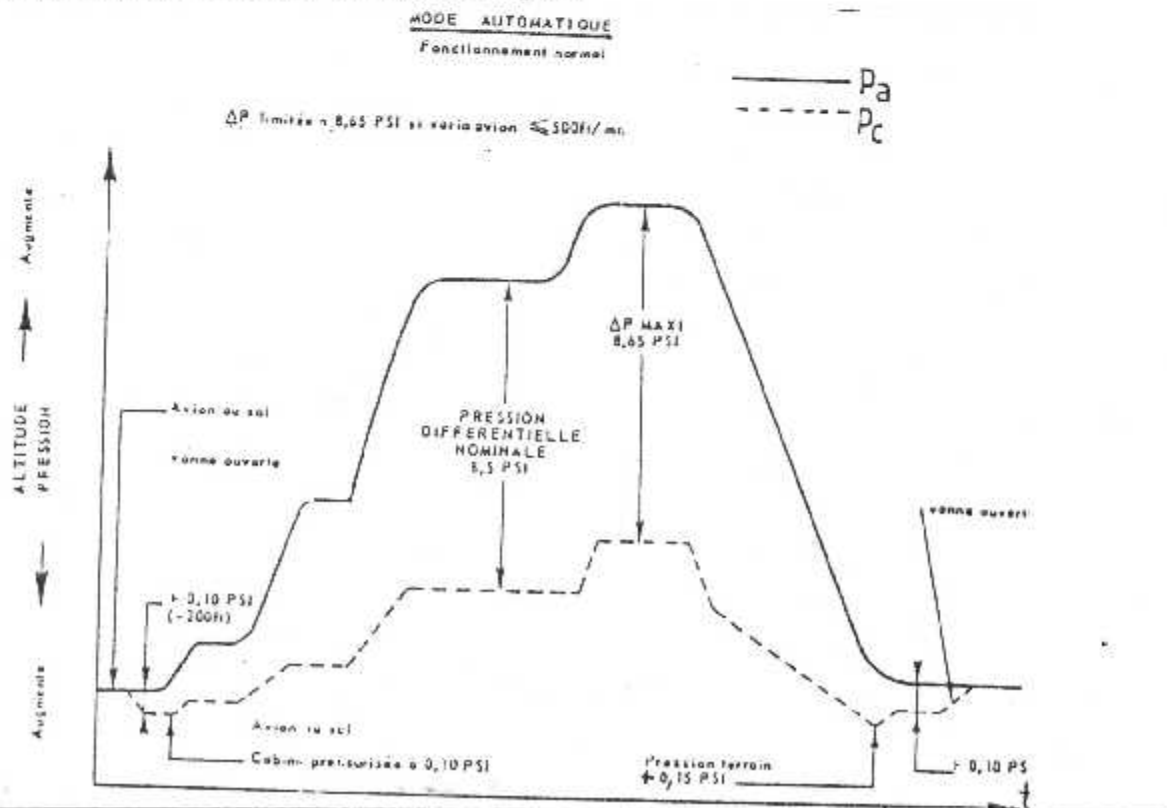
Le contrôleur de pression est une unité électronique qui accepte les pré-réglages de la pression cabine affichée au panneau de contrôle (la boîte de commande). Ensuite, il interprète le signal de pression cabine affichée et compare à d'autres conditions existantes, telle que pression cabine (P_c) et pression ambiante (P_o).

Les signaux émanant du contrôleur positionnent la vanne de régulation de pression, de façon à obtenir un échappement d'air de cabine en fonction de l'admission d'air à la cabine, tel qu'une pression confortable correspondante à une altitude basse règne dans la cabine pendant tout le vol.

4-La présentation graphique de la pressurisation :

Le graphe ci dessous montre le rôle du contrôleur électronique pendant le vol (décollage - vol en croisière - atterrissage) et la limitation de la Δp admissible, l'exemple est sur le boeing 727-228 du décollage jusqu'à l'atterrissage.

FIGURE DU MODE AUTOMATIQUE



CHAPITRE III

ETUDE ET REALISATION

Introduction :

Dans ce chapitre on va voir l'étude détaillée, qui permettra un affichage digital en permanence de la pression, ou de la température et la détection de la pression du seuil, afin de déclencher l'avertisseur sonore.

On commence notre étude par la description d'un synoptique général, puis on passe aux différents étages du montage, qui sont classés dans l'ordre suivant :

- Les alimentations
- Les capteurs
- Le convertisseur A / D et l'afficheur L C D
- L'avertisseur sonore

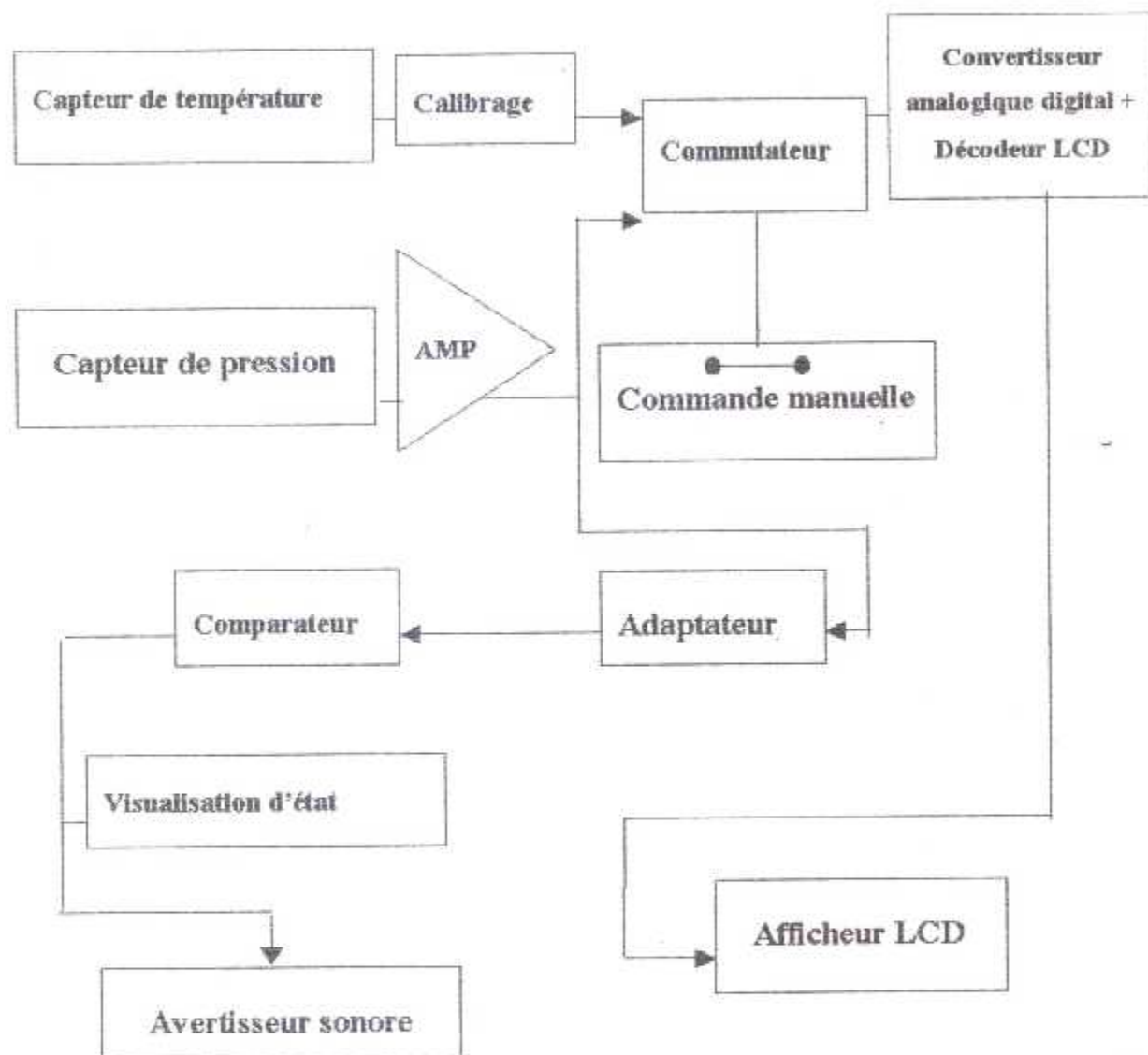


FIGURE N° III 1 SYNOPTIQUE GENERALE

1-Explication globale du schéma synoptique :

L'installation des capteurs à l'intérieur de la cabine d'avion, permet d'avoir la mesure des deux grandeurs physiques, (pression et température) par leurs conversion en signaux électriques. Le signal qui correspond à la pression, a une faible amplitude, il nécessite donc une amplification.

Un commutateur est utilisé pour choisir la valeur de la grandeur physique qu'on veut afficher en permanence ; ce choix est effectué par une commande manuelle. Le convertisseur A / D a pour but de convertir le signal analogique en un signal numérique codé. Ce dernier attaque l'afficheur L C D qui affiche la valeur de la grandeur voulue.

Pour la pression on utilise un système d'alarme, altitude cabine. Sa liaison ce fait par un adaptateur d'impédance afin d'éviter l'influence sur le signal de pression qui sera traité par comparateur pour déclenchement l'avertisseur sonore.

3- L'alimentation :

Le circuit général montre que l'entrée de l'étage voltmètre est constituée d'un afficheur LCD et d'un convertisseur A/D (IC 6 – 7106).

De ce fait que l'entrée du voltmètre n'est pas référencé à la masse de son alimentation.

Dans ce cas on aura besoin d'une d'alimentation :

Une alimentation symétrique qui permet d'avoir ± 10 VDC. Ces deux tensions ont été fixées pour alimenter les capteurs et le circuit IC7 (LM 324), ainsi que IC6 et son afficheur. Voir FigIII 3.

Schéma synoptique



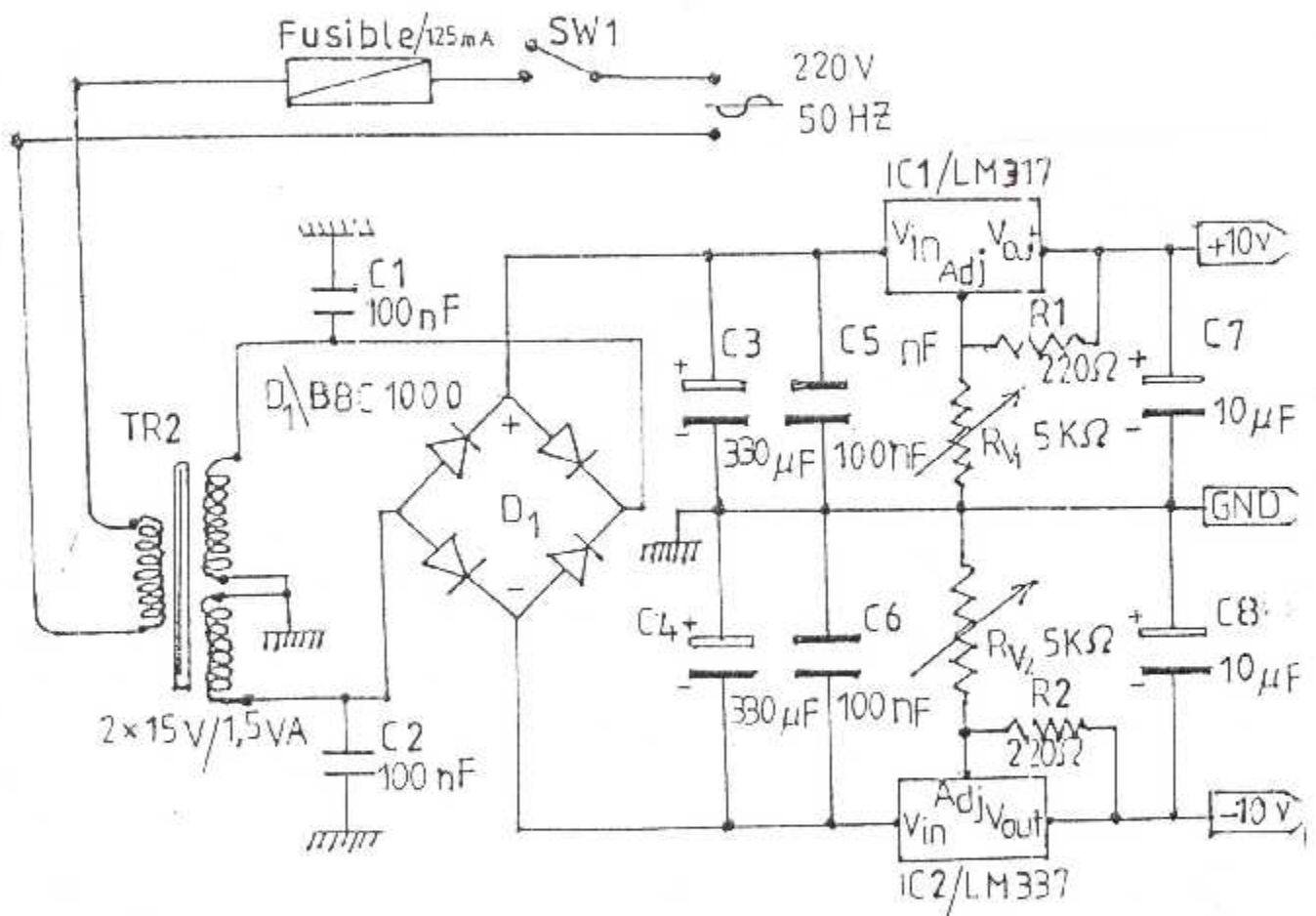


FIGURE N° III 3 : L'ALIMENTATION

3.1.1 Transformateur : le transformateur TRL est un abaisseur de tension qui fournit sur son secondaire des tensions symétrique égale à 15v.

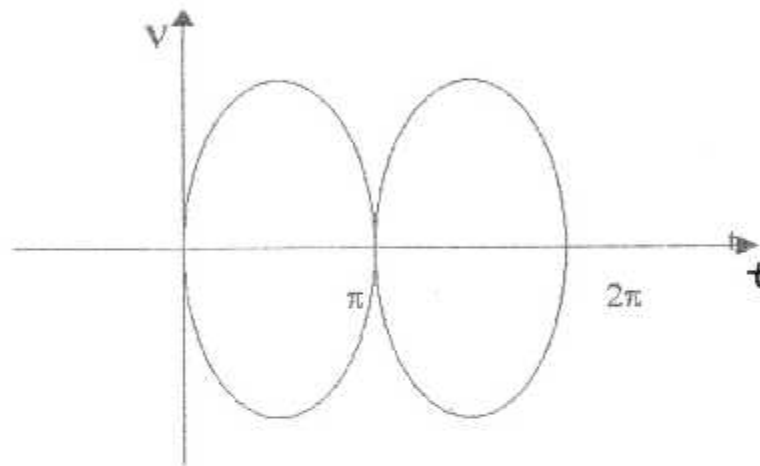
- Rapport de transformation $N2/N1$:

$N1$: nombre d'enroulement de primaire

$N2$: nombre d'enroulement du secondaire

$$N2/N1 = V2/V1$$

$$N2/N1 = 15/220 = 0.068.$$



3.1.2 Redressement : Nous avons utiliser un pont redresseur (pont GRATZ) de type B80C1000 qui fournit en sortie une tension non plus alternative mais redressé.

- Calcul de V_p et V_{moy} :

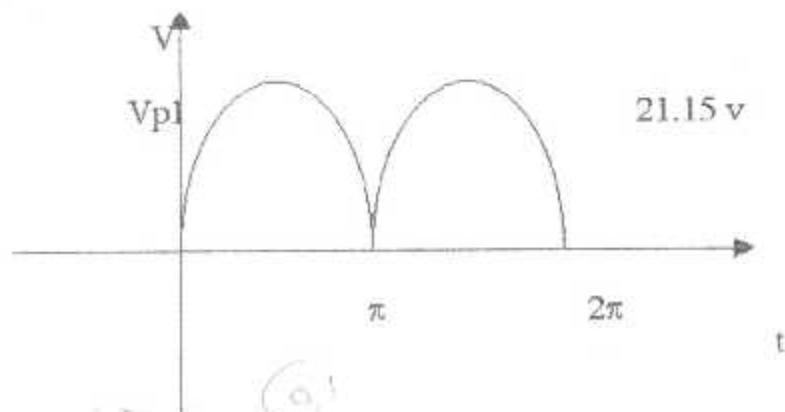
- la tension positive :

$$V_{p1} = 220\sqrt{2} = 311v$$

$$V_{p2} = V_{p1} * N2/N1 = 311 * 0.068 = 21.15v$$

$$V_p = V_{p2} = 21.15v$$

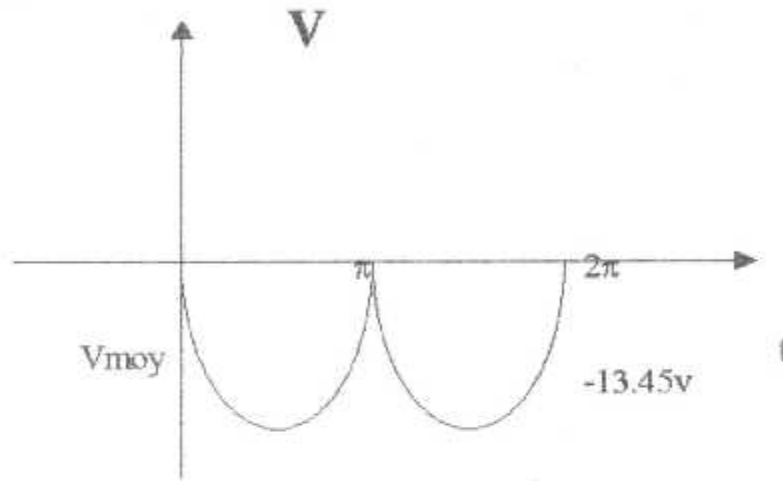
$$V_{moy} = 21.15 * 0.636 = 13.45v$$



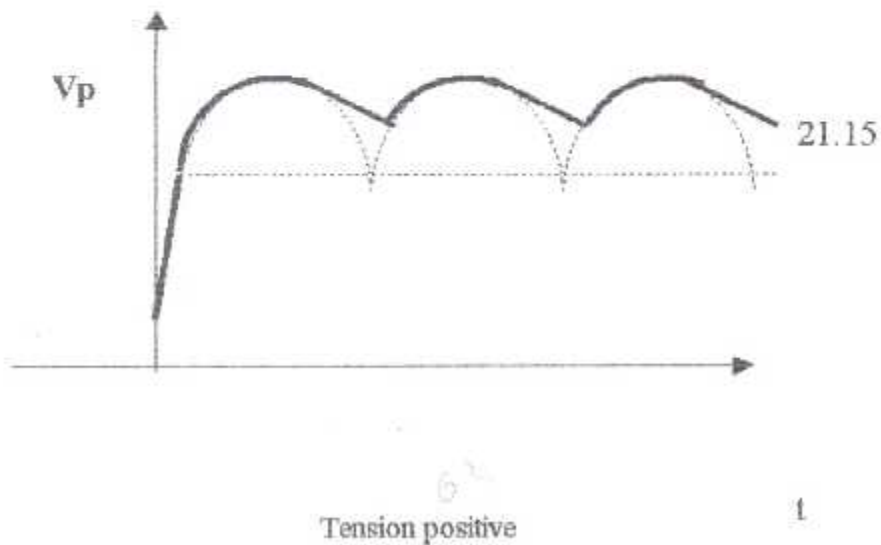
la tension négative :

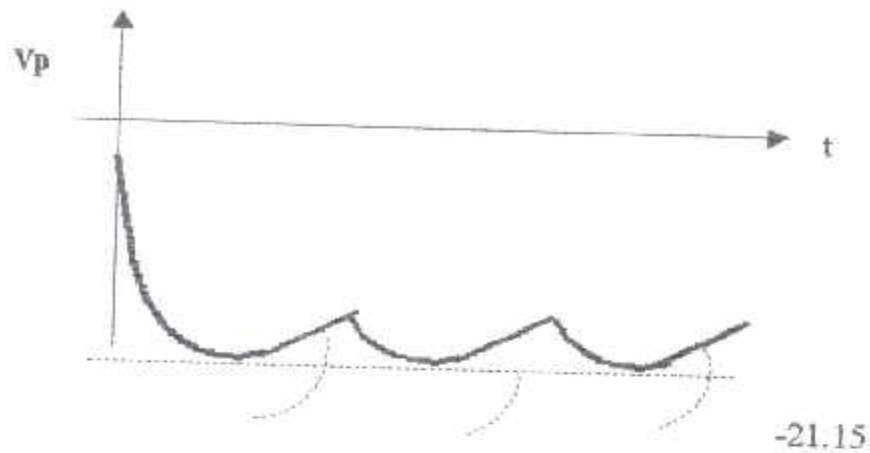
$$V_p = -V_{p2} = -21.15v$$

$$V_{moy} = -21.15 * 0.636 = -13.45v$$



3.1.3 Filtrage : le filtrage est effectuée par capacités de filtrages C3 et C4 qui réduisent les ondulations de la tension issue du pont redresseur et avec C5, C6 on obtient un signal le plus continu possible.





Tension négative

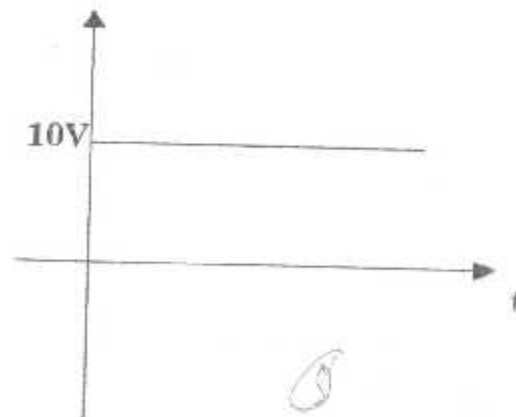
3.2- Régulation :

La régulation de la tension de sortie est confiée à IC1 et IC2 respectivement de type LM317 et LM337.

Le LM317 fournit des tensions variables, la valeur de la tension de sortie est

égale à $V_{s1} = 1,25 (1 + R_{V1}/R_1)$

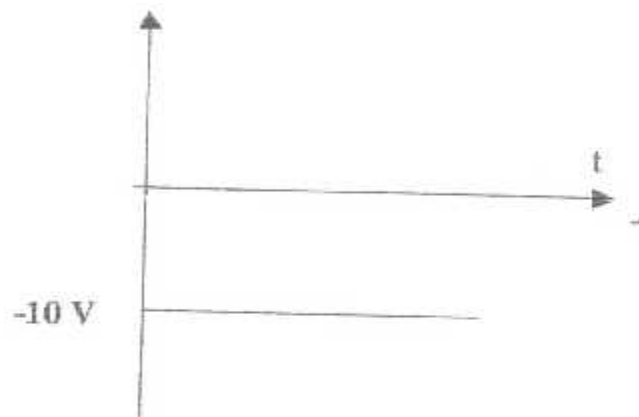
- $V_{s1} = +10V$
- $R_1 = 220\Omega$
- $R_{V1} = R_1 (V_{s1}/1,25 - 1)$
- $R_{V1} = R_1 (10/1,25 - 1)$
- $R_{V1} = 1\ 540\ \Omega$



Le LM337 fournit des tensions négatives variables allant de $-1,2\text{v}$ à 37v il nécessite deux résistances extérieure R_1 et R_2 .

Pour calculer la valeur de la tension issue de régulateur est égale à :

- $V_{S2} = -1,25 (1 + R_2 / R_1)$
- $V_{S2} = -10\text{v}$
- $R_2 = 220 \Omega$
- $R_1 = R_2 (V_{S2} / 1,25 - 1)$
- $R_1 = 220 (10 / 1,25 - 1)$
- $R_1 = 1\ 540 \Omega$

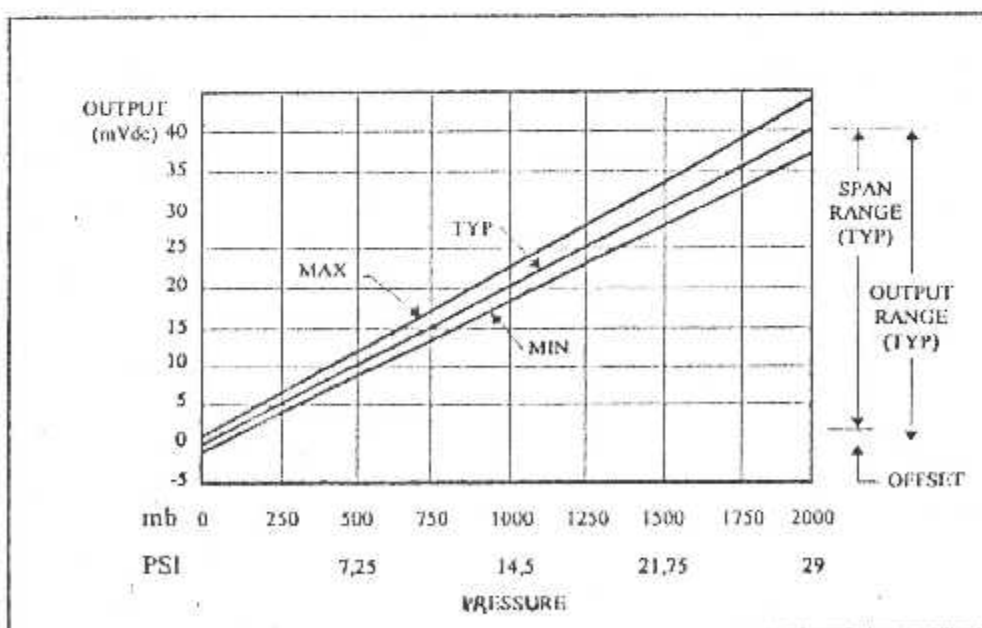


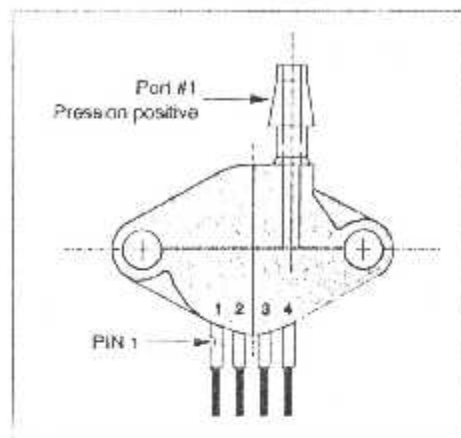
4. Le capteur de pression :

Le capteur utilisé de marque MOTOROLA et de référence MPX2200AP son aspect physique et électrique sont représentés en (figIII4). Ce dernier est conçu de manière complexe afin de mesurer le poids de l'air appliqué sur une membrane qu'il contient cette pression et répercutée sur un élément piezo-résistif inséré dans un pont de mesure.

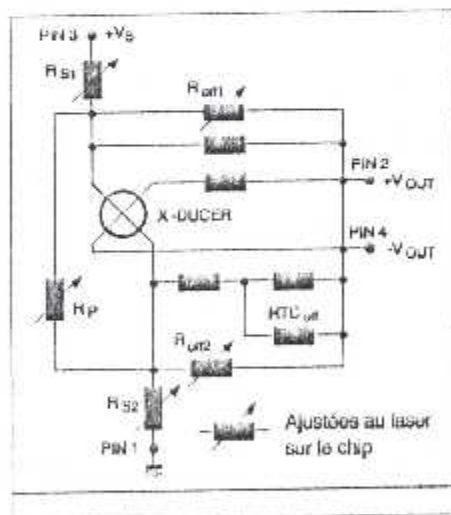
La tension de sortie du capteur est directement proportionnelle à la pression qui lui est appliquée, elle est très faible puisqu'elle est de 0.2 mV/Kpa, soit 0.02mV/miBar(ou Hpa).

Le graphique ce ci dessous montre l'excellente linéarité de la tension de sortie du MPX2200AP en fonction de la pression atmosphérique et à une température ambiante 25°C.





ASPECT PHYSIQUE DU CAPTEUR DE PRESSION



ASPECT ELECTRIQUE DU CAPTEUR DE PRESSION

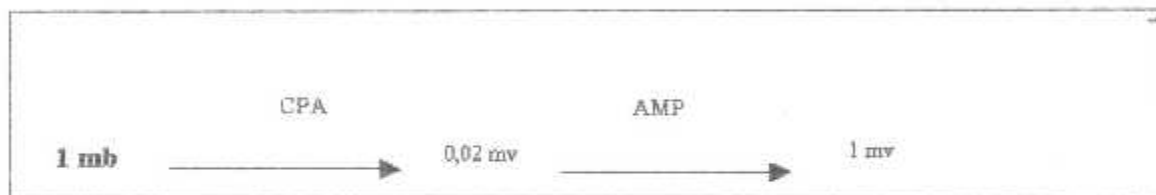
Fig N° III.4 CAPTEUR DE PRESSION

4.1. Amplification :

Il est remarqué que la tension de sortie est très faible puisqu'elle est de 0,02 mv pour 1 mb, donc il est nécessaire de procéder à son amplification avant de l'appliquer à l'entrée du voltmètre (Convertisseur A/D + afficheur LCD).

Celui-ci permet une mesure à pleine échelle qui est de (1999 mv) elle faudra donc amplifier la tension de sortie avec un facteur de 50.

Nous obtiendrons ainsi une lecture de 1 mv par 1 mb.



Or la chose n'est pas aussi simple qu'elle n'y paraît de prime abord ; en effet, nous voyons sur la (Fig II 5), l'aspect électrique du capteur qui montre que la sortie n'est pas référencée par rapport à la masse.

Il convient donc d'utiliser un amplificateur différentielle qui être d'une excellente précision c'est pourquoi nous avons choisie un type d'amplificateur spécial le « ~~OP7~~ 1401 » de gain réglable et permet le décalage de la tension de sortie par l'intermédiaire de la résistance variable Rv4 sans influencer sur le gain qui est réglable par le biais de Rv5..

Voir le circuit électronique général.

Capteur de Pression : AMP-SUIVEUR : AMP-INVERSEUR

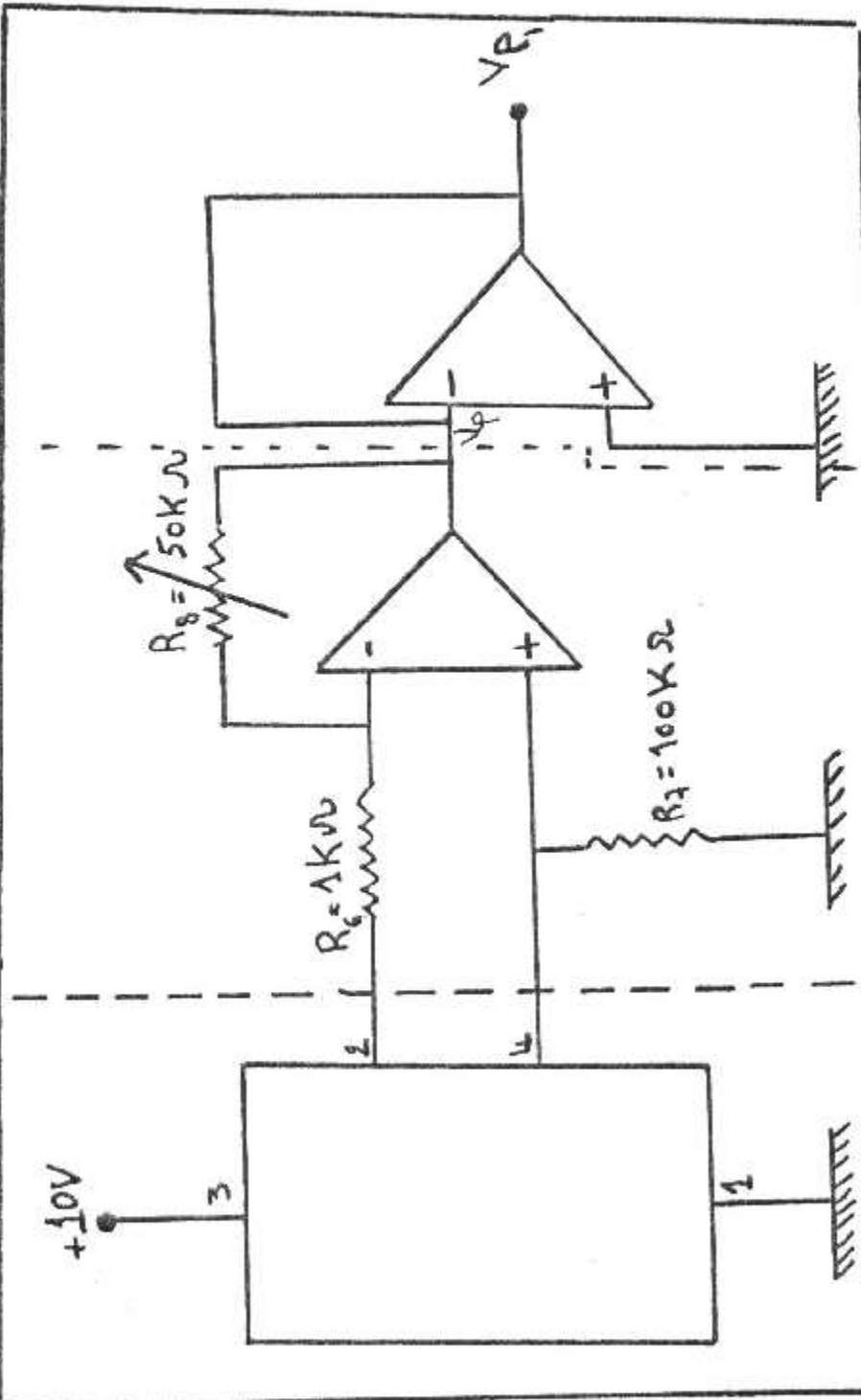


FIGURE N°III 5 CAPTEUR DE PRESSION ET SON AMPLIFICATEUR

5- Le capteur de température :

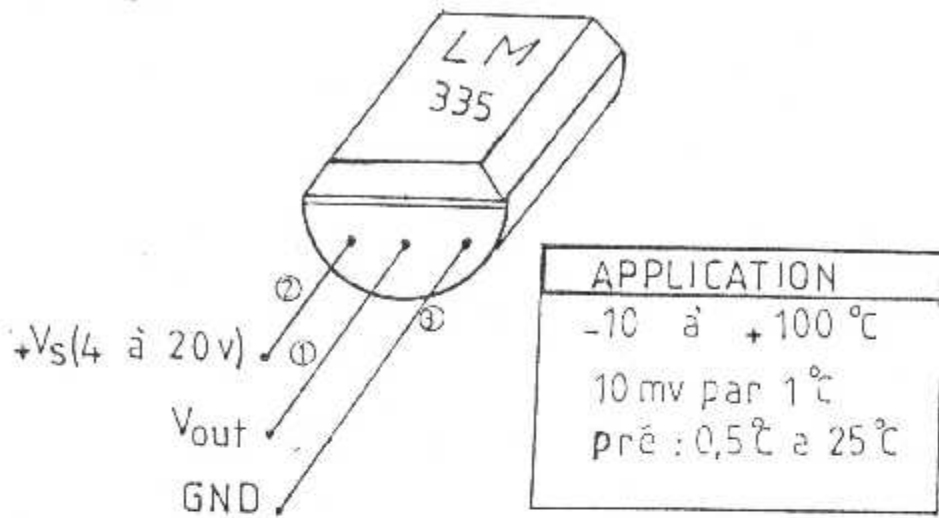
Le capteur est un véritable circuit intégré c'est le LM 335 installé également dans la cabine d'avion. Il reçoit la grandeur physique de la température qui l'entoure par la propagation de celle-ci dans ces parois et la convertie à la sortie en un signal électrique (Fig. III.6) montre le brochage du capteur qui a un procédé de conversion comme suit :

1°C → 10 mv donc à 25°C on a 250 mv

Il est remarqué que le signal de sortie à une échelle que l'on peut appliquer directement à l'entrée du voltmètre qui est de (0 à 2v) ce qui simplifie considérablement le montage.

Signalons que le procédé de conversion du capteur ne donne pas directement un signal contenant l'information relative de la valeur correspondante à la grandeur physique à mesurer, l'intervention de l'étage suivant par un point décimal permet d'égalité entre la grandeur physique de la température réelle et la valeur affichée sur l'afficheur LCD. Pour la mesure des températures à 0°C on fait ramener la sortie du capteur à la ligne d'alimentation négative (-10 V) à l'aide d'une résistance R13 de 220 KΩ

L'interrupteur bipolaire SW2 à pour but de choisir quelle mesure doit être afficher en permanence.



ASPECT PHYSIQUE DU CAPTEUR DE TEMPERATURE

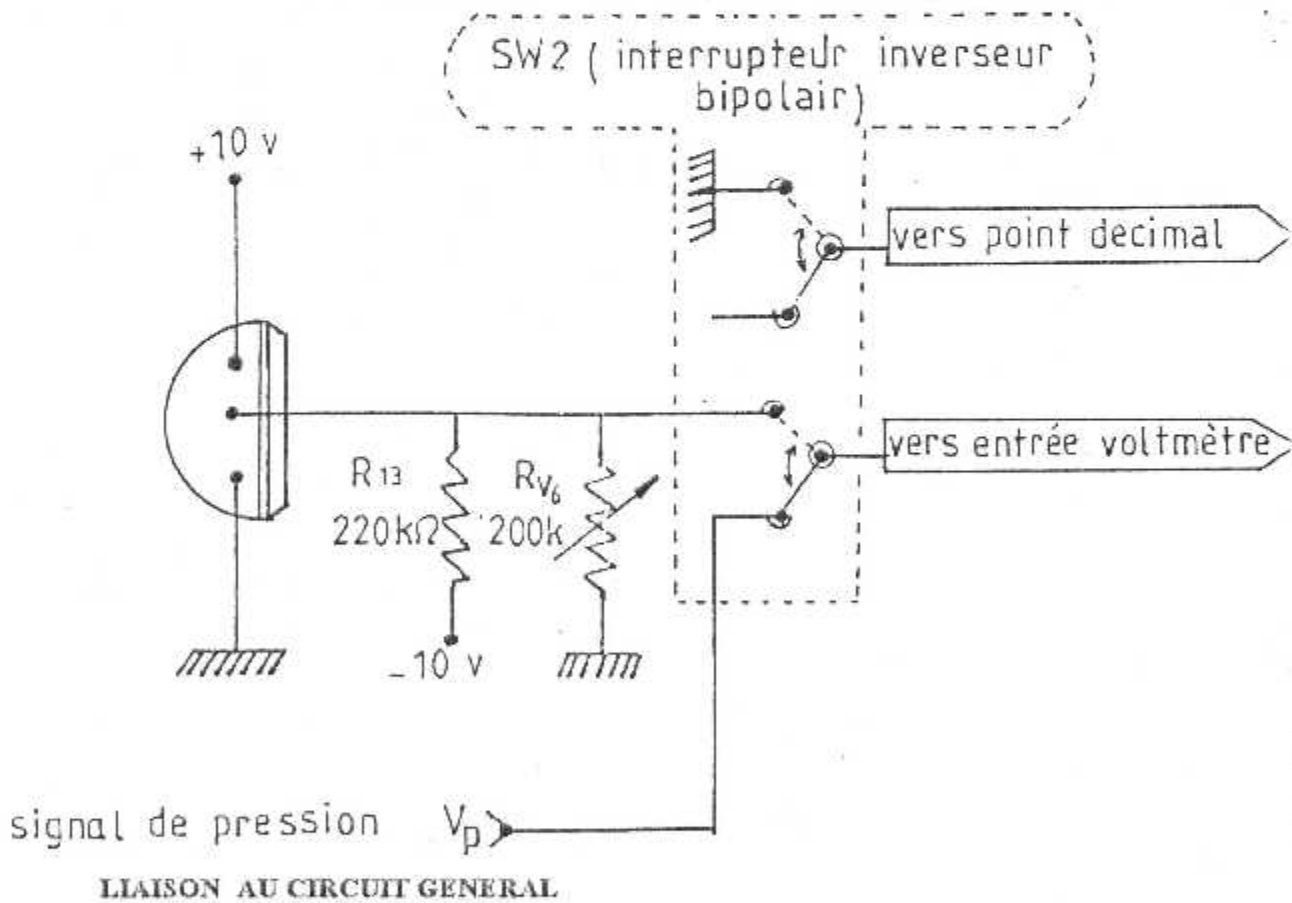


FIGURE N° III.6 CAPTEUR DE PRESSION

6-LE CONVERTISSEUR A/D ET L'AFFICHEUR à CRISTAUX LIQUIDES

6-1 INTRODUCTION

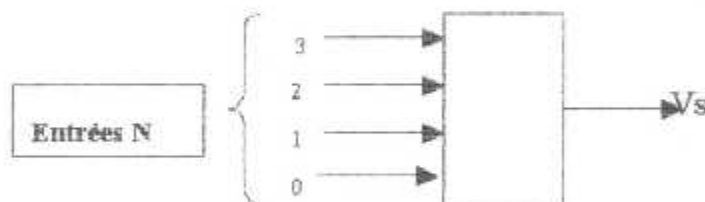
En électronique la conversion de données a pour but de transformer une grandeur électrique ou numérique, en une autre électrique ou numérique, elle aussi, dans le but de faciliter l'exploitation

Cette technique est aujourd'hui couramment employée dans les

Appareils à affichage numérique et dans les systèmes de traitement numérique de l'information.

a- la conversion numérique analogique :

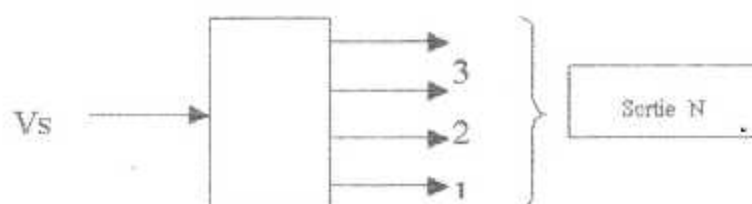
un convertisseur numérique analogique ou CNA/CDA est un montage transformant une information numérique ou binaire en général en un signal analogique ou tension.



b)- la conversion analogique numérique (notre cas)

un convertisseur analogique numérique ou CAN/CAD est montage transformant une information appliquée à son entrée en une suite ordonnée de 0 et 1 logique apparaissant sur les sorties.

L'ensemble des sorties de convertisseur permet de constituer un nombre binaire (quarter, Octet, ou autres).



Pour observer l'état logique des sorties, il faut compléter le montage par un de visualisation ; à diodes électroluminescentes.

Nous avons écarté l'affichage par LED qui consomme un courant relativement important et aurait donc demandé un transformateur d'assez grosse puissance

Pour le convertisseur A/D notre choix a été porté sur le ICL 7106 équivalant au ICL 7107 mais permettant l'emploi d'un afficheur LCD.

Le convertisseur A/D ne demande pour sa mise en œuvre que très peu de composants externes voir (Fig. III 7), nous citerons brièvement leurs fonctions : R18 (470 K Ω) est la résistance d'intégration reliant le buffer interne aux capacités de zéro automatique (C15 47 nF) et C16 (220 nF) d'intégration, C13 (100 nF) ; est la capacité de référence C12 et R15 sont les composants nécessaires au fonctionnement de l'oscillateur interne.

6-1 Détermination de la fréquence de fonctionnement :

on a $f = 0.45 / R15 * C12$

on a R15=100K Ω et C12=100pF
 $\Rightarrow f = 0.45 / 100 * 10^3 * 100^{-12} = 48 \text{ KHZ}$

cette fréquence permet d'avoir 3 lecture par seconde

Rv7 (25K Ω) et R14 (22K Ω) servent au réglage de la tension de référence appliquée à l'entrée « REFHI » ; pour une gamme de lecture de 0v à 2v, cette tension devra être réglée à très exactement 1v.

Le ICL 7106 accepte les tension négatives, il dispose d'un indicateur de polarité : broche 20 (POL-) qui met en fonction le signe - de l'afficheur

La broche 37 (broche TEST) que nous avons laisser non connectée, permet de vérifier le bon fonctionnement de tous les segments de l'afficheur LCD, pour cela il suffit de porté cette broche au + V du circuit et l'on obtient l'allumage des segment (1888). Cette manœuvre doit être effectuée avec précaution. En effet dans ce cas précis l'afficheur reçoit une tension continue si elle appliqué trop longtemps elle risque de le détériorer.

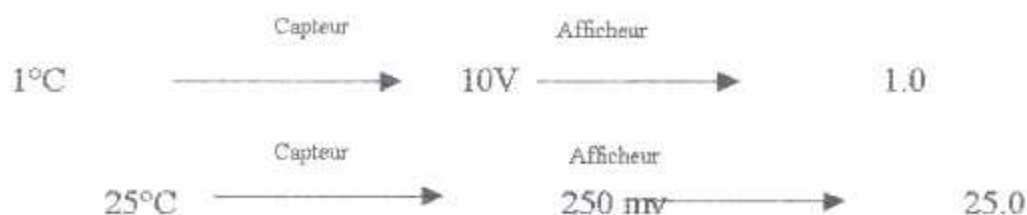
Sur la broche 21 (BP) est disponible un signal carré de fréquence de fonctionnement de l'oscillateur interne divisé par 800 pour un cycle de lecture de 3 lecteur par seconde on à $f_{BF} = 48000/800 = 60 \text{ HZ}$ avec une amplitude de 5v.

C'est à l'aide de ce signal que nous alimenterons l'afficheur LCD puisque nous utiliserons ce voltmètre pour la lecture de la pression en millibar et la température en degré celsius. Il est nécessaire d'utiliser un interrupteur inverseur bipolaire (voir Fig III 6).

Le point décimale est utilisé pour la lecture de la température qui procède à la conversion comme suite :

$$1^{\circ}\text{C} \longrightarrow 10 \text{ mV}$$

Pour lire sur l'afficheur la valeur de la température réel on met point décimale et on obtient :



L'utilisation du point décimale ce fait par la broche BP qui sera connectée à la masse par l'intermédiaire d'une résistance R19 de 100 K Ω .

Pour conclure, signalons que la consommation typique en courant est de 0.8 mA et que la dérive en température atteint environ 1 ppm/°C (1ppm : 1 partie par million).

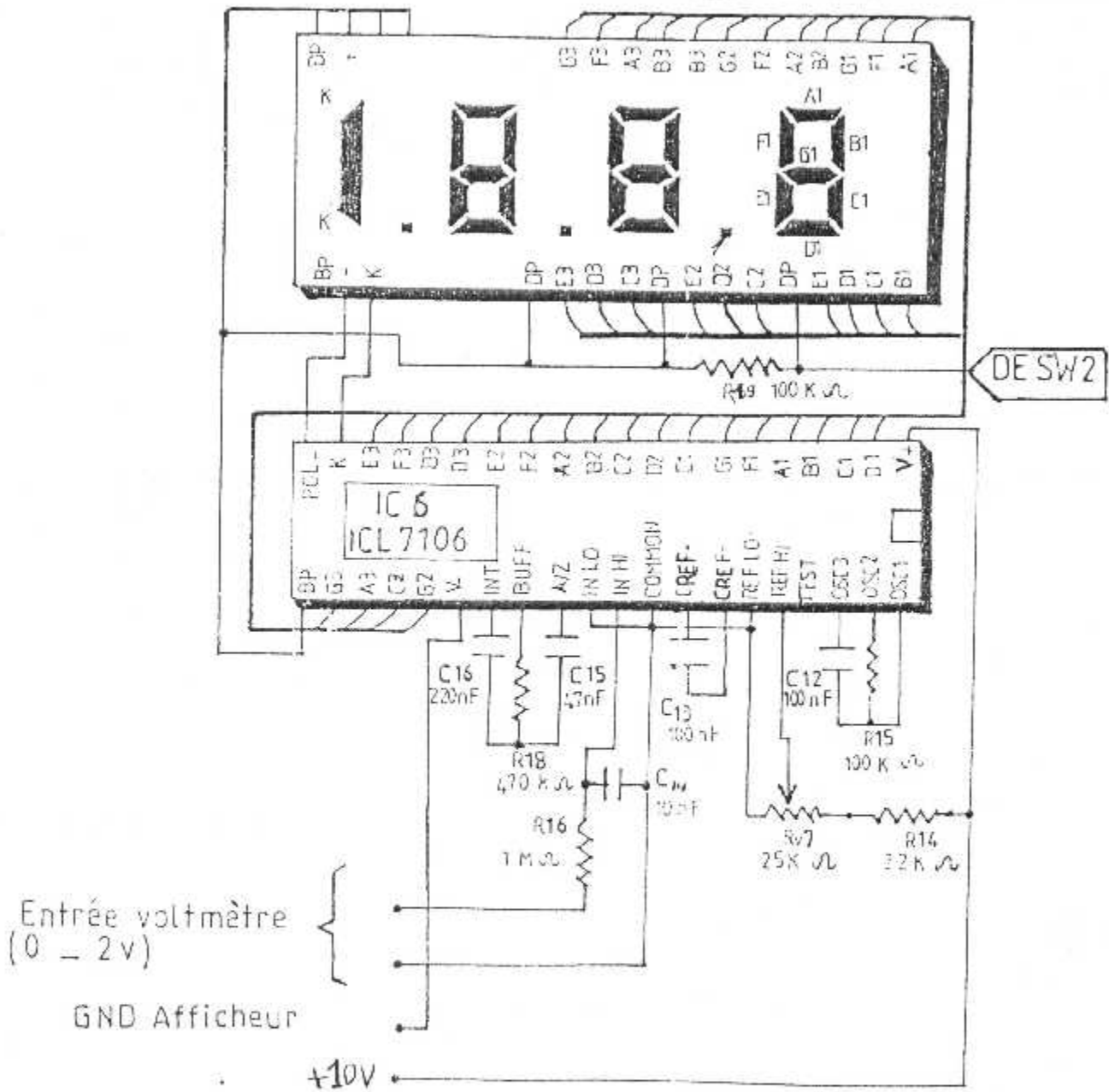


FIGURE N°III 7

LE CONVERTISSEUR A/D
ET L'AFFICHEUR LCD

7- ALARME D'ALTITUDE :

7.1-Condition de déclenchement :

Pour la sécurité de la structure d'avion, les constructeur fixent un seuil d'altitude cabine de 10000 pieds à la majorité des avions civil grand et moyen porteur. Cette altitude correspond à une pression cabine de 696.8 mb comme nous l'avons vue au chapitre (I) à savoir que si l'altitude augmente, la pression diminue.

Pour un seuil d'altitude inférieur ou égale à 10000 pieds la pression doit être supérieur ou égale à 696.8 mb.

$$\text{ALTD} \leq 10000 \text{ pieds} \Rightarrow P_c \geq 696.8 \text{ mb}$$

ALTC : altitude cabine

L'interprétation électronique de cette condition limite dans notre montage, exige l'utilisation de l'étage de comparaisons du signal sortant de l'amplificateur opérationnel **OP7** (IC4) par rapport à la référence, afin de visualiser l'état de la pression et de déclencher automatiquement l'avertisseur sonore.

Cet étage contient :

- Adaptateur ou suiveur de tension
- Comparateur de tension.
- Visualisation de l'état de sortie à travers deux diodes électroluminescentes rouge et verte.
- Inverseur + Amplificateur. Voir fig (IV.1)

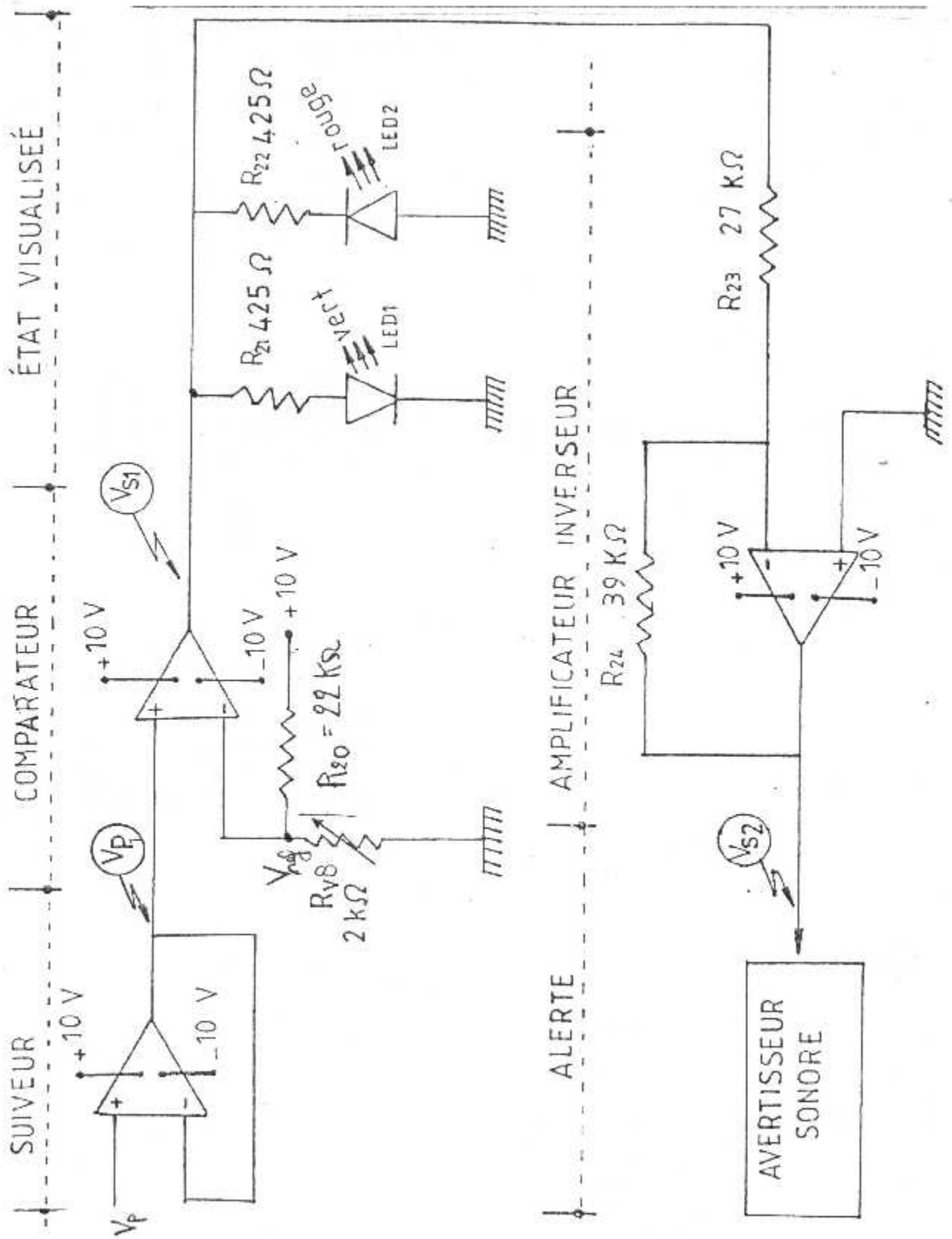


FIGURE N° IVI CIRCUIT IC/LM324

- **Adaptateur**

La liaison au circuit général se fait par un adaptateur d'impédance qui est constitué d'un amplificateur opérationnel qui joue le rôle d'un suiveur de tension. Soit V_p le signal qui sort de l'amplificateur opérationnel (**OP**), ce signal attaque l'entrée positive du suiveur on aura alors :

$$V_p = V_{p1}$$

- **Le comparateur de tension :**

Le signal V_{p1} à la sortie du suiveur attaque positive du comparateur pour le comparer au V_{ref} qui est égale à 696.8 mv.

L'avertisseur sonore fonctionne, V_p va être comparé avec V_{ref} qui est égale à 696.8 mv équivalente à 696.8 mb.

Réglage de v_{ref} :

$$V_{ref} = R_{vs} / (R_{vs} + R_{20}) \cdot V_0 \quad \text{avec } V_0 = +10v$$

Posons :

$$V_{ref} = R_{vs} / (R_{vs} + R_{20}) = K \Leftrightarrow V_{ref} = KV_0$$

$$K = V_{ref} / V_0 = 0.069$$

$$R_{vs} / (R_{vs} + R_{20}) = 0.069, R_{20} = 22k\Omega \Rightarrow R_{vs} = 1.628k\Omega$$

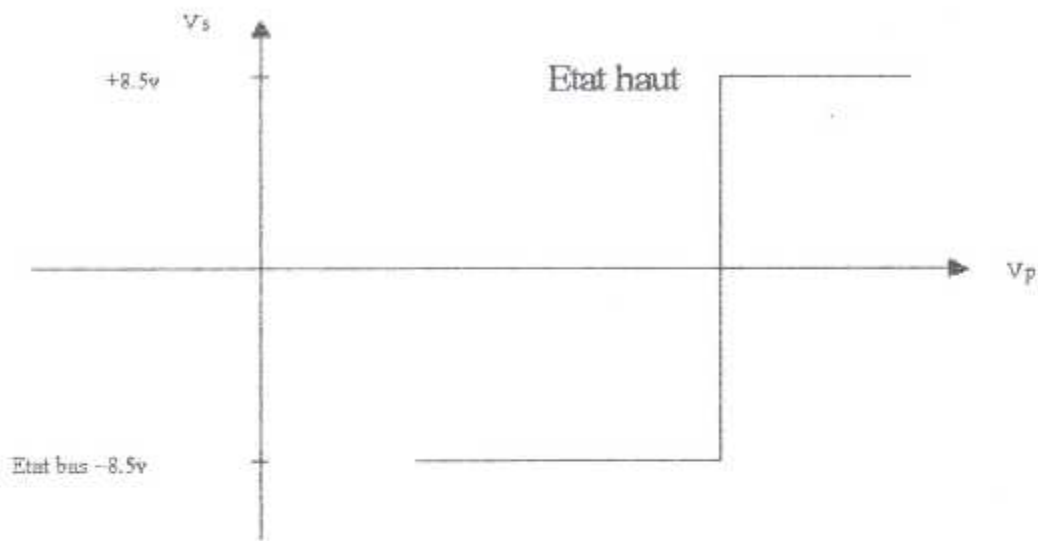
R_{vs} : résistance ajustable de 2k Ω

On visualise l'état de sortie de V_{s1} a travers deux LED (rouge et verte)

Lorsque : $V_{p1} > V_{ref} \Rightarrow \{ V_{s1} = V_{sat} = 8.5v$ allumage verte

Lorsque : $V_{p1} < V_{ref} \Rightarrow \{ V_{s1} = V_{sat} = 8.5v$ allumage rouge

Remarque : La tension de saturation des amplificateur opérationnel est généralement de 1 à 2v inférieur à la tension d'alimentation.

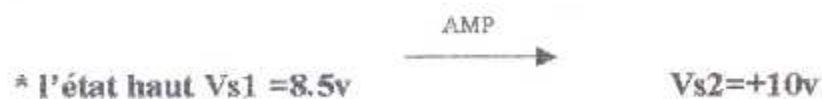


- **l'Inverseur amplificateur :**

le signal de sortie du comparateur V_{s1} à deux états :



cette tension négative va polariser la diode D3 (voir fig2) en inverse et l'étage qui suit ne fonctionne pas.



Cette tension positive va polariser la diode D3 en direct et l'avertisseur sonore fonctionne.

Remarque : Tous les amplificateurs opérationnels qui sont utilisés par le système avertisseur sonore, constituent le circuit intégré IC7 le LM324.

7-2 Avertisseur Sonore :

La figure (IV 2) montre le circuit électronique de l'avertisseur sonore, qui est constitué de deux circuits intégrés NE555 (IC8 et IC9). Ces derniers sont montés d'une manière identique avec des composants nécessaires au fonctionnement en oscillateur ASTABLE. Ils fournissent à leurs sorties (3) des signaux rectangulaires de différentes fréquences.

Principe de fonctionnement :

Au départ la sortie de l'oscillateur IC8 est au niveau haut, C17 va entamer sa charge à travers la résistance R25 et R26 pour essayer d'atteindre la tension $V_{cc} = V_{sat}$ ($V_{sat} = 8.5v$). En effet quand la tension aux bornes de C17 dépasse légèrement $1/3 V_{cc}$ par l'intermédiaire de l'entrée TRIGGER (2), la tension de sortie est au niveau haut ; le condensateur continue sa charge, quand la tension $V_c = 2/3 V_{cc}$, l'état actuel court-circuite le condensateur par la résistance R26.

Le condensateur va donc se décharger à travers cette dernière jusqu'à $V_c = 2/3 V_{cc}$, à cet instant l'état de sortie bascule du niveau bas (Zéro Volt), vers le niveau haut.

($V_s = V_{cc} = 8.5v$), par contre on a bien évidemment l'inverse qui se produit pour cette sortie ; Ensuite le cycle décrit ci-dessus se répète indéfiniment, tant qu'on alimente le dispositif astable.

On aura en sortie un signal de forme rectangulaire de période et de rapport cyclique imposé par le choix des composants externes R25, R26 et C17. Voir l'allure de la figure (a).

Calcul de la période d'oscillation :

T1 temps de charge

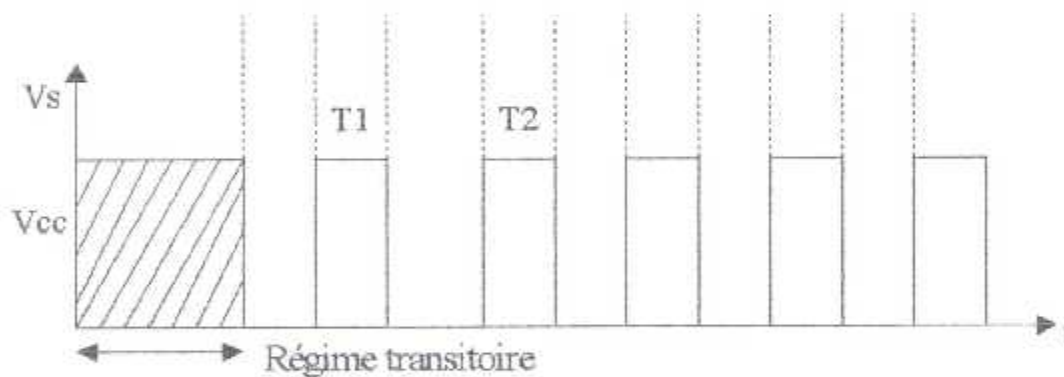
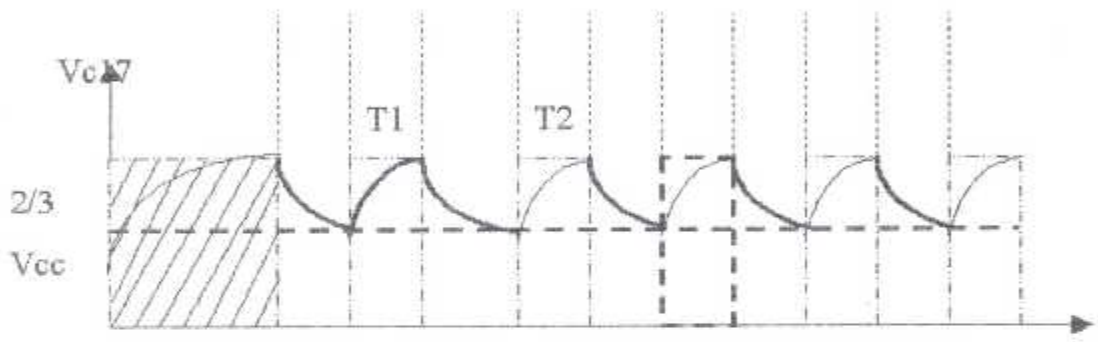
$T = T1 + T2$ avec

T2 temps de décharge

$$T1 = (R25 + R26) C17 * \log 2 = 220 + 4.7 * 10^3 * 10^{-5} * 0.69 = 1.55s$$

$$T2 = (R26) C17 \log 2 = 220 * 10^3 * 10^{-5} * 0.69 = 1.51s$$

$$T = T1 + T2 = 1.55 + 1.51 = 3.06 \Rightarrow f = 1/3.06 = 0.326 \text{ Hz}$$



0

Considéré isolément IC9, avec R28, R29 et C18 fonctionnent au même principe que IC8 mais la fréquence d'oscillation est différente et elle est égale à 1448Hz.

Il est remarqué que la fréquence de IC8 est très basse, et la fréquence de IC9 est dans l'audible.

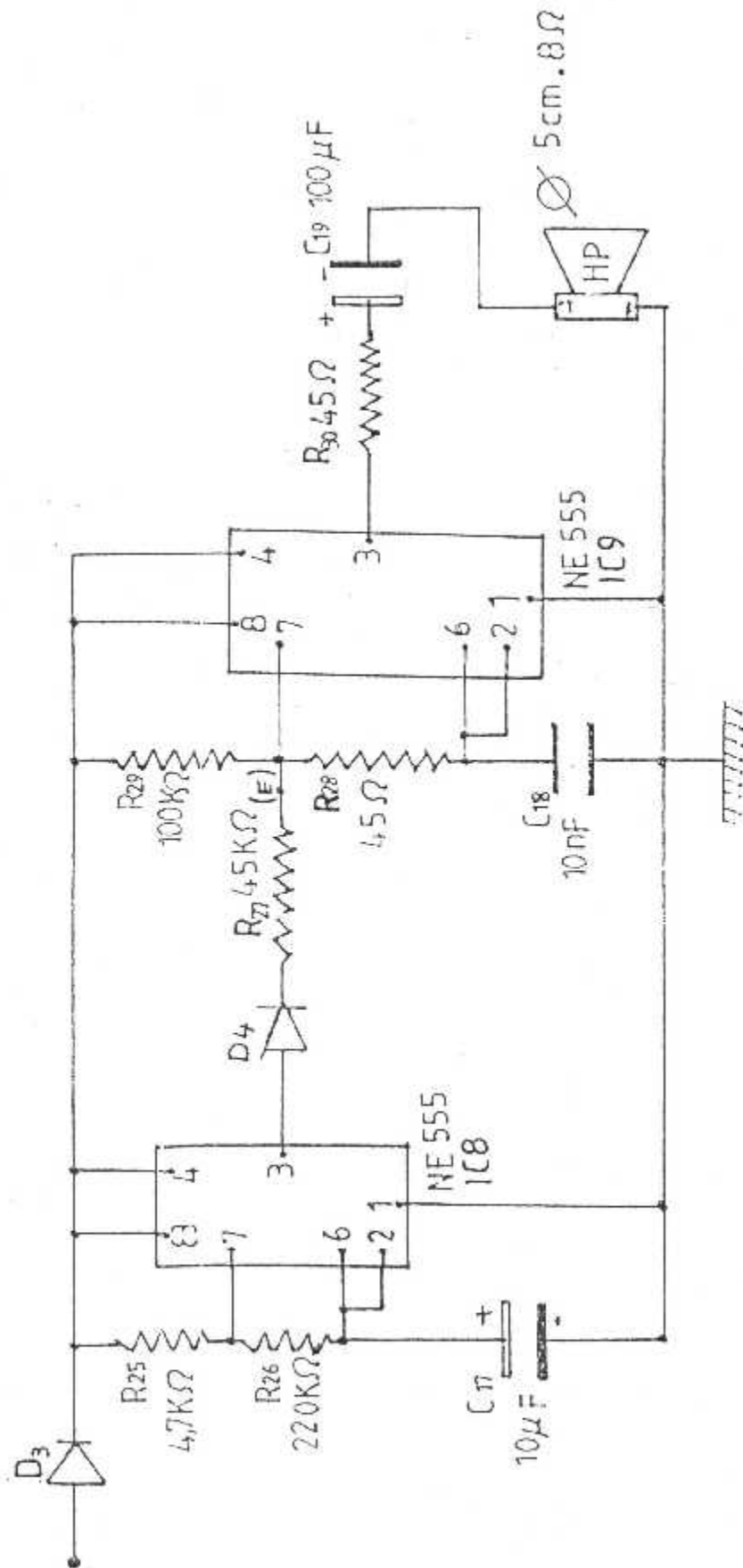


FIGURE N° IV 2 NEERTISSEUR SONORE

Remarque : pour faire une sirène V.C.O (voltage contrôlé oscillator) on place une capacité de $47 \mu F$ entre le point (E) et la masse.

La sortie d'un NE555 peut débité 200 ma, il est donc inutile d'amplifié le signal issue de la borne 3 de IC, avec une résistance $R30=45 \Omega$ et d'une capacité de couplage $C19=100 \mu F$ on utilise un HP de 8Ω .

8. REGLAGE ET ESSAIS

- L'alimentation et amplificateur OP 07...
- des capteurs.....
- L'affichage
- L'avertisseur sonore

Fig (IV. 3, 4, 5, 6).

a- L'alimentation sera mise sous tension de 220 v 50Hz, les sorties des régulateurs IC1, IC2, IC3 seront ajustées à l'aide des résistances variables RV1, RV2, RV3 afin d'obtenir à la régulateurs respectivement + 10, -10 .

b- On relie Les capteurs à L' alimentation

1- Réglages des signaux de pression et température :

l'utilisation d'un baromètre et d'un thermomètre permet d'avoir les valeurs de pression et de température dans le laboratoire.

(EX : Pa = 1013 mb et Ta = 25°C)

- - par l'intermédiaire de la résistance variable RV4 qu'on ajustera le signal de la pression à la sortie de l'amplie (OP 07) qui sera ajusté à 1013 mv cette valeur correspond à (Pa).
- - on ajustera la sortie du capteur de température à 250 mv qui correspond à (Ta) à l'aide de la résistance variable RV6.

c- On relie L'affichage à L'alimentation.

- - L'interrupteur (SW2) est positionné en bas, on fait varier RV7 jusqu'à la lecture de 1013 sur l'afficheur LCD qui correspond à (Pa).
- - On positionne (SW) en haut pour afficher la température, sans aucun réglage on lit directement 25.0.

d- On relie L'avertisseur sonore à L'alimentation.

- - On ajuste la tension de l'entrée négative du comparateur à 696 mv à l'aide de la résistance variable RV8.

F- On peut tester l'alarme sans utilisé le banc l'essai en agissant sur RV4 jusqu'à la lecture 696 sur l'afficheur LCD qui correspond à l'altitude de 10000 pieds.

1- ESSAI :

Les essais effectués avec un banc d'essai de nouvelle génération « HONEY WELL ADT 222B » permettant de générer pression et dépression avec une très haute précision ont donné pour plusieurs niveaux d'altitude, les pressions correspondantes qui sont affichées sur notre montage représenté au tableau ci-dessous :

BANC D'ESSAI			Affichage de notre réalisation
Altitude Cabine en (pied)	Pression cabine (mb) correspondante		Pression (mb)
50	1011 (pression du jour)		1011
1173	850		953
3243	900		905
4781	850		875
6394	800		810
8091	750		762
10000	696,8		711.....ALARME
11780	650		667
13801	600		620
15962	550		572
18289	500		523

CONCLUSION D'ESSAI

On conclue après cette expérience que notre réalisation a fait un décalage de -5%, mais cette erreur revient au capteur qui n'est pas neuf mais récupéré sur un équipement hors tolérance.

REMARQUE :

Pour l'essai d'affichage de la température, on pourra à l'aide d'un thermomètre comparer plusieurs valeurs de température pendant une journée qui devront être identiques avec les valeurs affichées de la réalisation à quelques décimales près.

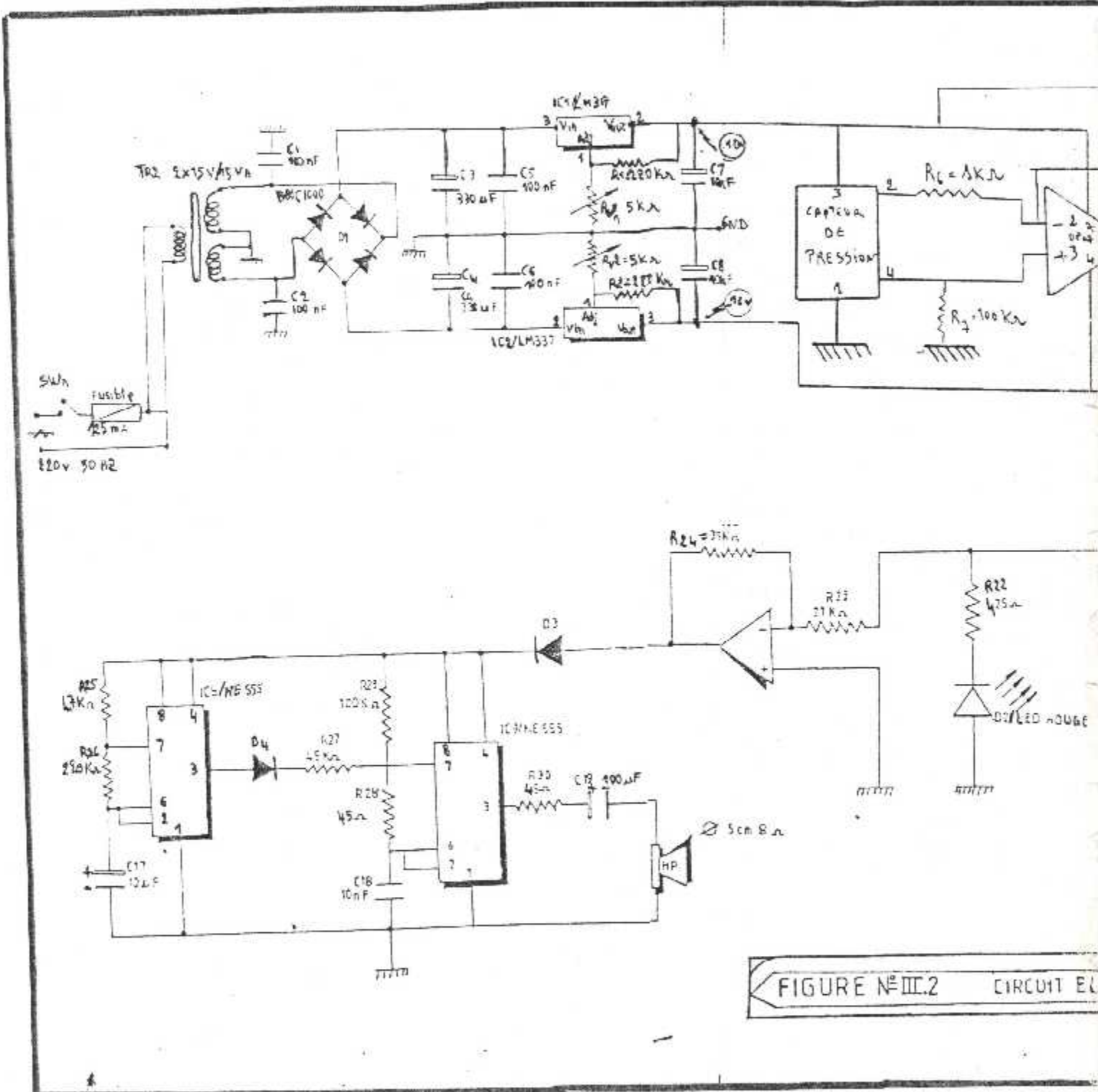
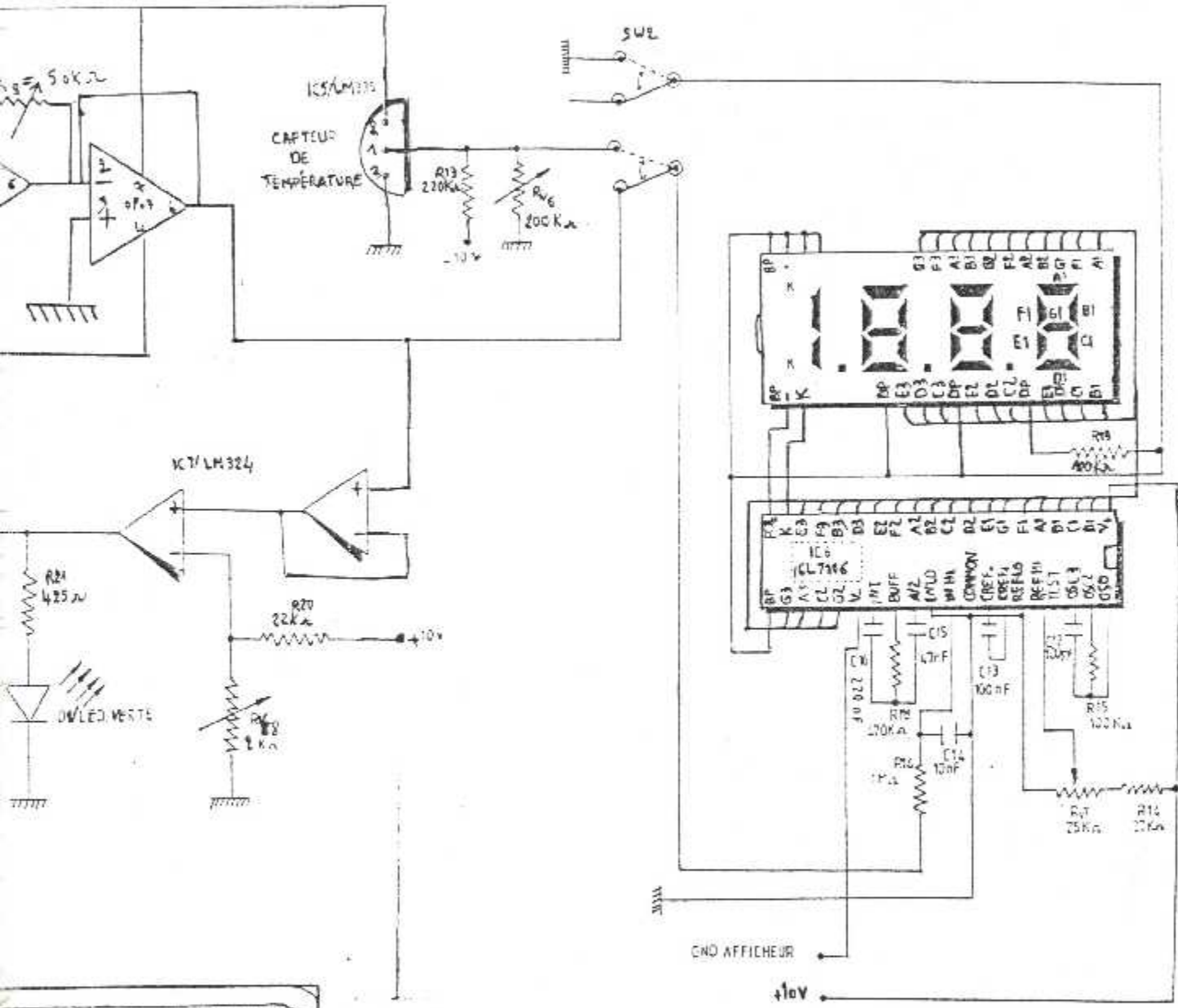


FIGURE N° III.2 CIRCUIT EL



ELECTRONIQUE GENERALE

CONCLUSION GENERAL

Cette étude nous permis de comprendre le processus de la pression atmosphérique et son influence sur la structure d'avion pendant leur vol.

Un travail HARDWARE ET SOFTWARE nous a permis d'avoir les mesures de température dans la cabine d'avion au cours de son vol.

La détection de la pression du seuil avec déclenchement d'avertissement sonore assure la sécurité de la structure d'avion et leurs passagers.

L'appareil réalisé présente l'avantage d'être économique, fiable et facile à manipuler.

ANNEXE

ANNEXE

Capteur de pression :

Valeurs limitées	
Tension d'alimentation	0 à +10
Tension de sortie	0 à 40v
-Tres faible tension d'offset	100um
-Faible Derive	2 uv/°C maximum
-Gain Réglable	1 et 1000
-Excellente Régection en mode commun :	115db minimum
-Grande Bande Passante	200KHZ à G=1000
-Etendue de mesure	0 à 29 psi
Linéarité vs du (mpx 2200) en fonction de p C	et à une temperature à 25°
Rapidité : fréquence propre : du support	1 à 50 Khz suivant la nature
Signal de sortie : pour E.M	une dizaine de millivolts
Avantage :	bonne fiabilité, faible dérive

Afficheur à cristaux liquide 3 digits ½ :

Caractéristiques électrique	
Veff de la tension de	4.5v à 6v max
Commande	
Fréquence de commande	30 à 200HZ
Consommation	30nA/mm2 max
En courants	
Temps d'établissement ton	40 ms
Temps de disparition toff	80 ms
Gamme de température	-10 à +60°C

RESISTANCES VARIABLES

RV1, RV2 de 5 K Ω

RV4=20K

RV5=10

RV6=200 KR

CIRCUIT INTEGRE

IC1 : LM317

IC2 : LM337

IC4 : OP 07

IC5 : LM335

IC6 : ICL7106

IC7 : LM324

IC8 : NE555

DIVERS :

TR2 : Transformateur 2 X 15 volts 1,5

1 porte fusible

1 fusible

1 capteur de pression de fabrication MPX2200 AP

1 support pour circuit intégré de 8 broches

1 morceau de barrette sécable 20 points

1 afficheur LCD :3 digts $\frac{1}{2}$

SW1 : interrupteur ON/OFF

SW2 : interrupteur bipolaire

1HP DE 8 Ω 5 Cm DE DIAMETRE

Nomenclature Des composants

RESISTANCES

N°	Valeur
1-2-3	220 Ω
4-5	1K Ω
6-7	5 K Ω
8-10	78,7 K Ω
11	10 K Ω
12	1,21 K Ω
13-26	220 K Ω
14-20	22 K Ω
15-19	100 K Ω
	1 K Ω
16	470 K Ω
18	425 K Ω
21-22	27 K Ω
23	39 K Ω
24	4,7 K Ω
25	45 K Ω
27-28	100 K Ω
29	45 K Ω
30	

CONDANSATEURS

N°	Valeur et caractéristiques
1-2-5	100 nF
4-3-9	330 μ F /40V chimique radiale
6-12-13	100 μ F
11	0,047 μ F
14-18	10 μ F
15	47 μ F
16	22 μ F
17	
19	10 μ F/225 V chimique radiale
	100 μ F/16 V chimique radiale

SEMI-CONDUCTEURS

D3 et D4 diodes (1N4 148) SEMI-CONDUCTEUR

D1 et D2 pont

DZ1 et DZ2=V06751-HS716184-1

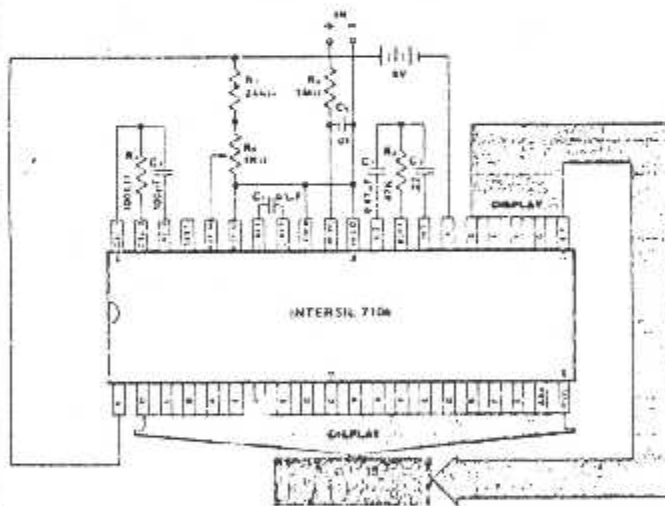
FEATURES

- Guaranteed zero reading for 0 volts input on all scales.
- True polarity at zero for precise null detection.
- 1 pA typical input current.
- True differential input and reference.
- Direct display drive - no external components required. — LCD ICL7106
— LED ICL7107
- Low noise - less than 15µV p-p.
- On-chip clock and reference.
- Low power dissipation - typically less than 10mW.
- No additional active circuits required.
- Evaluation Kit available.

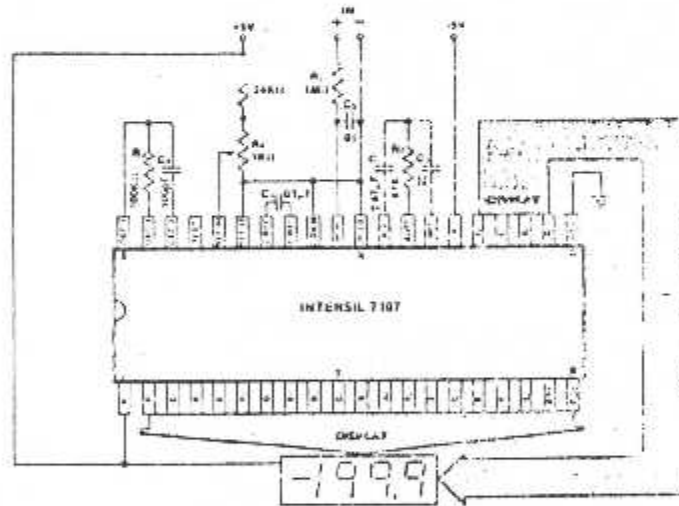
GENERAL DESCRIPTION

The Intersil ICL7106 and 7107 are high performance, low power 3-1/2 digit A/D converters containing all the necessary active devices on a single CMOS IC. Included are seven-segment decoders, display drivers, reference, and a clock. The 7106 is designed to interface with a liquid crystal display (LCD) and includes a backplane drive; the 7107 directly drive an instrument-size light emitting diode (LED) display.

The 7106 and 7107 bring together an unprecedented combination of high accuracy, versatility, and true economy. High accuracy like auto-zero to less than 10µV, zero drift of less than 1µV/°C, input bias current of 10 pA max, and non-over error of less than one count. The versatility of true differential input and reference is useful in all systems, but the designer an uncommon advantage when measuring cells, strain gauges and other bridge-type transducers. Finally the true economy of single power supply operation (7106), enabling a high performance panel instrument with the addition of only 7 passive components and a display.



7106 with Liquid Crystal Display

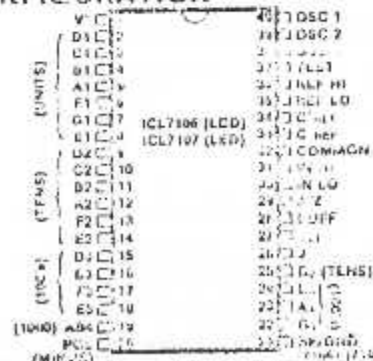


ICL7107 with LED Display

ORDERING INFORMATION

Part	Package	Temp. Range	Order Part #
7106	40 pin ceramic DIP	0°C to +70°C	ICL7106CDL
7106	40 pin plastic DIP	0°C to +70°C	ICL7106CPL
7107	40 pin ceramic DIP	0°C to +70°C	ICL7107CDL
7107	40 pin plastic DIP	0°C to +70°C	ICL7107CPL
7106 Kit	Evaluation kits contain IC, display, circuit		ICL7106EV/Kit
7107 Kit	Evaluation kits contain IC, display, circuit, passive components and hardware		ICL7107EV/Kit

PIN CONFIGURATION



ICL7106/ICL7107

INTERSiL

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Power Dissipation (Note 1)
 Ceramic Package 1000mW
 Plastic Package 800mW

ICL7106

Supply Voltage (V^+ to V^-) 15V
 Analog Input Voltage (either input) (Note 2) V^+ to V^-
 Reference Input Voltage (either input) V^+ to V^-
 Clock Input Test to V^+

Operating Temperature 0°C to +70°C
 Storage Temperature -65°C to +160°C
 Lead Temperature (Soldering, 60 sec) 300°C

ICL7107

Supply Voltage
 V^+ +10V
 V^- -2V
 Analog Input Voltage (either input) (Note 2) V^+ to V^-
 Reference Input Voltage (either input) V^+ to V^-
 Clock Input Gnd to V^+

Note 1: Dissipation rating assumes device is mounted with all leads soldered to printed circuit board.
Note 2: Input voltages may exceed the supply voltages provided the input current is limited to $\pm 100\mu A$.

Stresses above those listed under Absolute Maximum Ratings may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions above those indicated in the operational sections of the specifications is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (Note 3)

CHARACTERISTICS	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Zero Input Reading	$V_{IN} = 0.0V$ Full Scale = 200.0mV	-000.0	± 000.0	+000.0	Digital Reading
Ratiometric Reading	$V_{IN} = V_{REF}$ $V_{REF} = 100mV$	999	999/1000	1000	Digital Reading
Rollover Error (Difference in reading for equal positive and negative reading near Full Scale)	$-V_{IN} = +V_{IN} = 200.0mV$	-1	± 2	+1	Counts
Linearity (Max. deviation from best straight line fit)	Full scale = 200mV or full scale = 2.000V	-1	± 2	+1	Counts
Common Mode Rejection Ratio (Note 4)	$V_{CM} = \pm 1V$, $V_{IN} = 0V$. Full Scale = 200.0mV		50		$\mu V/V$
Noise (Pk-Pk value not exceeded 95% of time)	$V_{IN} = 0V$ Full Scale = 200.0mV		15		μV
Leakage Current Input	$V_{IN} = 0$		1	10	pA
Zero Reading Drift	$V_{IN} = 0$ $0^\circ < T_A < 70^\circ C$		0.2	1	$\mu V/^\circ C$
Scale Factor Temperature Coefficient	$V_{IN} = 199.0mV$ $0^\circ < T_A < 70^\circ C$ (Ext. Ref. 0ppm/ $^\circ C$)		1	5	ppm/ $^\circ C$
Supply Current (Does not include LED current for 7107), V^+ pin	$V_{IN} = 0$		0.8	1.8	mA
V^- supply current 7107 ONLY			0.6	1.8	mA
Analog Common Voltage (With respect to Pos. Supply)	25k Ω between Common & Pos. Supply	2.4	2.8	3.2	V
Temp. Coeff. of Analog Common (With respect to Pos. Supply)	25k Ω between Common & Pos. Supply		80		ppm/ $^\circ C$
7106 ONLY Pk-Pk Segment Drive Voltage, Pk-Pk Backplane Drive Voltage (Note 5)	V^+ to $V^- = 9V$	4	5	6	V
7107 ONLY Segment Sinking Current (Except Pin 19)	$V^+ = 5.0V$ Segment voltage = 3V	5	8.0		mA
(Pin 19 only)		10	16		mA

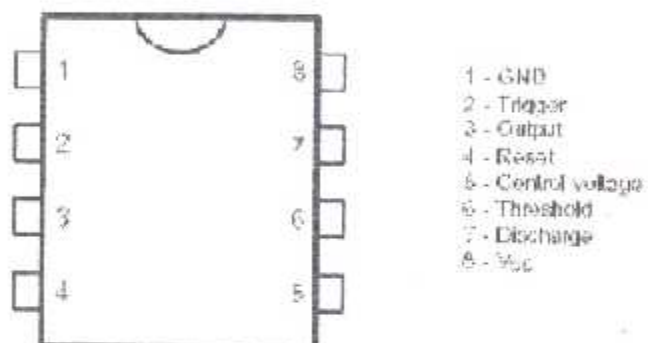
Note 3: Unless otherwise noted, specifications apply to both the 7106 and 7107 at $T_A = 25^\circ C$, $f_{clock} = 48kHz$. 7106 is tested in the circuit of Figure 1. 7107 is tested in the circuit of Figure 2.

Note 4: Refer to "Differential Input" discussion on page 4.

Note 5: Back plane drive is in phase with segment drive for 'on' segment, 180° out of phase for 'off' segment. Frequency is 20 times conversion rate. Average DC component is less than 50mV.

NE555 GENERAL PURPOSE SINGLE BIPOLAR TIMERS

PIN CONNECTIONS (top view)



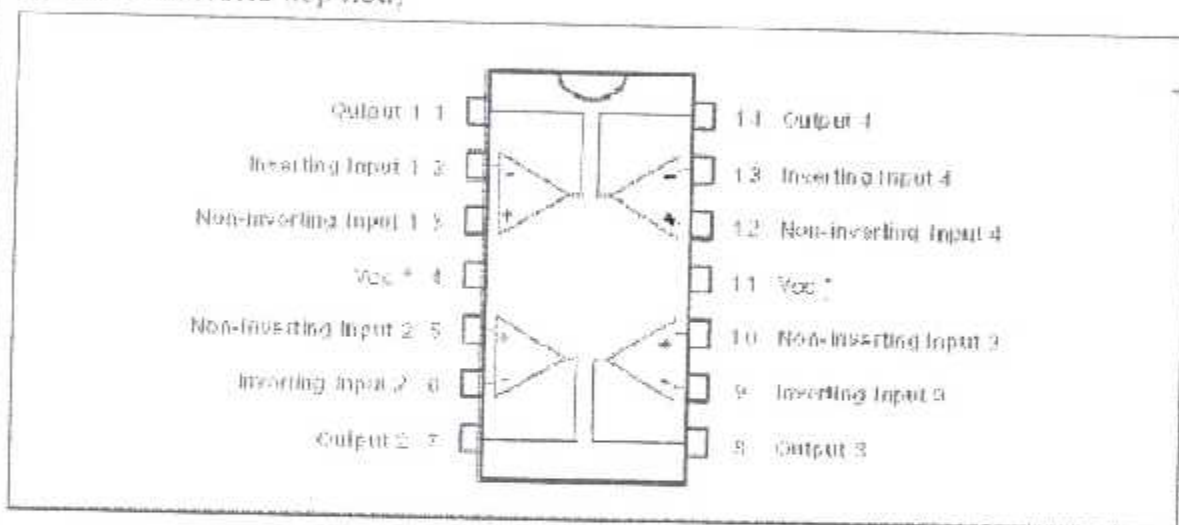
NE555 :

Valeurs limites	
Tension d'alimentation	16v
Puissance dissipé	600w
Plage température T_a	0 à 70°C

LM324N

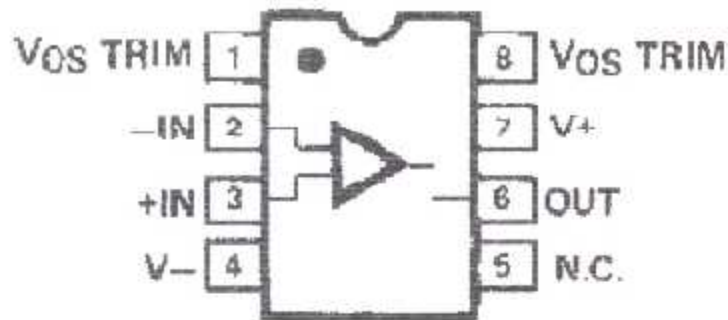
LOW POWER QUAD OPERATIONAL AMPLIFIERS

PIN CONNECTIONS (top view)



Valeurs limites

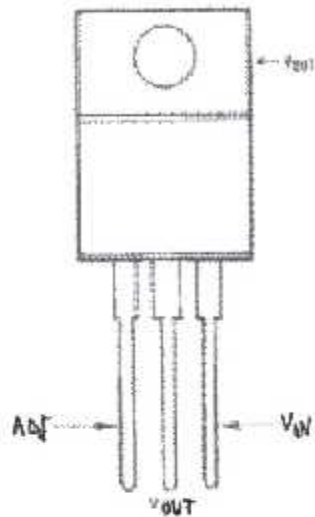
Tension d'alimentation	32V ou 16V
Tension d'entrée	-0,3V à 26V
Puissance dissipée	800 mW
$T_a =$	25°C
court-circuit à la masse	$V^+ = 15V$



EPOXY MINI-DIP (P-Suffix)
8-PIN HERMETIC DIP
(Z-Suffix)
8-PIN SO
(S-Suffix)

t_A	$V_{i\text{omax}}$ at 25°C	Package.		chip Form (y)
		small outline (D)	plastic Dip (P)	
0°C to 70°C	150 μV	OP07 CD OP07 DD	OP07 CP OP07 DP	OP07 Y

(TO-220)
Plastic Package



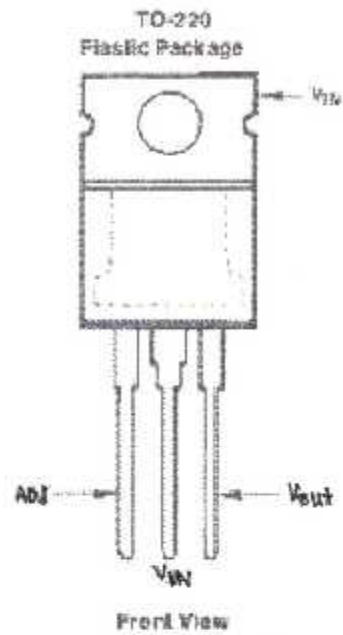
E: 190650-32

Front View

Order Number LM317AT or LM317T
See NS Package Number T03B

LM 317 :

Valeurs Limites	
Entre l'entrée et la sortie	40v
Plage température de jonction de 0°C à 125°C	
En fonctionnement	
Température de stockage	-65°C à +150°C
Température d'une broche	300°C
Soudage 10S	



Order Number LM337T
See NS Package Number T03B

LM 337 :

Valeurs Limites	
Entre l'entrée et la sortie	40v
Plage température de jonction de 0°C à 125°C	
En fonctionnement	
Température de stockage	-65°C à +150°C
Température d'une broche	300°C
Soudage 10S	

BIBLIOGRAPHIE

DOCUMENTATION DE L'UNIVERSITE DE BLIDA

- Dynamique des structures et charge dynamique.
- Principe d'Electronique par MALVINO
- Capteur et mesure – Détection par George. H
- Electronique pratique N° 1847 – Avril 1996

DOCUMENTATION DE LA COMPAGNIE D'AIR ALGERIE

- Automatic, Electronique

Cabin pressure Contrôl

Division Of United Technologie

HAMILTON STANDARD BOEING 737 – 727

- C.P.C 21 ET 22 PRESSURISATION CONTROL

(OVERHAUL MANUAL)
