

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA

RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE DE BLIDA

AIR ALGERIE

INSTITUT AERONAUTIQUE

Projet de fin d'études

Pour l'obtention du diplôme de technicien supérieur en aéronautique

Option : Avionique

Thème :

**VISUALISATION
DE LA PRESSION CABINE D'UN BOEING 727 - 200
SUR PC**

Promoteur : M^r BELMECHRI A.

Co-promoteur : M^r BENOUAED A.

Réalisé par : BOUDA
AISSAOUI

Salah
Zoulikha

---Promotion 2002/2003---

--- ANNEE 2003 ---

Dédicaces

Je dédie ce mémoire avant tout, à mes parents ; que ce mémoire soit la récompense du fruit de leurs efforts.

Ce travail et aussi dédié :

◆ *A ma fiancée.*

◆ *A mes sœurs pour leur solidarité et leur soutien inconditionnel, surtout NADIA.*

◆ *A mes frères, Abdennour, Tayeb, M'hanna pour la sagesse de leurs conseils et toute leur affection.*

◆ *A toute ma famille : mes oncles, mes tantes, mes cousins et cousines, mes amis et leurs parents, que je considère tous à leur façon comme des pères, mères, frères et sœurs.*

❖ *ABOBEKAR*

❖ *AMRAN BRAHIME*

❖ *DIARRA AGUIBOU*

❖ *HADJI AMIROUCHE*

❖ *SAMET MILOUDE*

◆ *A toute la promotion 2003 et en particulier à ma binôme AISSAOUI ZOULIKHA.*

Bouda Salah.

Je dédie ce modeste de travail à :

- *mon très cher père.*
- *ma très chère mère.*
- *Mes très chers frères AHMED, AMAR, MOHAMED ET BOUZID.*
- *Mes très chères sœurs : AICHA, RABHA, HABIBA ET KARIMA ET DJAMIL.*
- *Mes copines de chambre : CHAIRA, FATIHA ET LEILA.*
- *SOUMIA, SIHEM, WAHIBA, NABILA , FATIMA.*
- *ET SURTOUT AMAR.*
- *A MON BYNOME SALAH.*
- *A TOUT LA FAMILLE AISSAOUI, HAMDI ET CHADLI.*
- *MA TANTE ET SES ENFANTS.*
- *AU FILS DE MON FRERE HADJ ET A SA MERE KARIMA.*
- *SANS OUBLIER TOUS LES AMIS DE L'INSTITUT D'AERONAUTIQUE.*

ZOULIKHA

Remerciements

Merci à dieu pour son aide et sa protection. Merci d'avoir rendu vos vies réjouissantes et significatives.

Pardonnez-nous si les termes nous manquent pour exprimer pleinement le sentiment de profonde reconnaissance que nous éprouvons.

*Nous tenons à exprimer nos sincères remerciements à **M^r BENOUARED** pour son aide et son constant soutien durant la préparation de notre PFE. Nous tenons aussi à exprimer notre gratitude envers notre promoteur **M^r BELMECHERI** pour son aide, et le grand savoir-faire que nous avons acquis auprès de lui.*

Nous remercions également tout le corps professoral de l'institut aéronautique de BLIDA.

Nos remerciements s'adressent également aux membres du jury pour l'honneur qu'ils nous font de juger notre travail.

Enfin nous disons mille fois merci à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce projet.

Sommaire

L'objectif de ce travail est d'étudier et de comprendre le principe de fonctionnement du système d'affichage graphique et numérique pour la visualisation de la variation de pression (en PSI). Pour cela nous avons réalisé une carte d'acquisition de données utilisables par le PC à travers le connecteur DB25 de la sortie parallèle de l'imprimante et permettant de mémoriser les tensions analogiques. Cette carte est pilotée par un logiciel conçu sous DELPHI version 5.0 permettant la gestion du protocole de transmission en utilisant la transmission parallèle.

Summary

The objective of this work is to study and include/understand the principle of operation of graphic and numerical display system for the visualization of the variation of pressure (in PSI). For that, we carried out a card of data acquisition usable by the PC through connector DB25 of the parallel port of the printer and allowing memorizing the analogue voltages. This card is controlled by software conceived under DELPHI version 5.0 allowing the management of the protocol of transmission by using the parallel transmission.

ملخص

موضوع هذا العمل هو دراسة و مفهوم مبداء اشتغال هذا الجهاز لإظهار التغيرات الضغط المقاسة بوحدة (PSI) ولذلك قد قمنا بإنجاز لوحة الكترونية لاستقبال معلومات وإرسالها للحاسوب عن طريق الناقل (DB25) و تمكننا من حفظ المعلومات وهذه اللوحة الالكترونية مسييرة عن طريق برنامج DELPHI5 يسمح بتسيير عملية نقل المعلومات بالفرع

TABLE DES MATIERES :

Table des matières :

Introduction	4
Chapitre I : GENERALITES SUR LE SYSTEME DE PRESSURISATION	5
I.1 : But de système	5
a)- Préface	
b)- But	
I.2 : Possibilité de système	5
I.3 : Identification du système	6
I.4 : Système de commande de pressurisation	7
I.5 : Le contrôleur de pressurisation (C.P.C)	7
I.6 : Le panneau de commande	8
I.7 : La valve de sortie (O.F.V.)	9
I.8 : La vanne de décharge (Sécurité)	10
Chapitre II : LES CONVERTISSEURS	11
II.1 : Généralité sur les capteurs	13
II.2 : Les différents types des capteurs	13
II.2.1 : Un capteur actif	14
II.2.2 : Les capteurs passifs	14
II.3 : Montage en pont	15
II.4 : Capteur de pressions	16
II.5 : Les caractéristiques métrologiques	17
II.6 : Les erreurs de mesure	18
II.6.1: Les erreurs systématiques	18
II.6.2 : Les erreurs sur les caractéristiques du capteur	19
II.7 : Les caractéristiques d'un capteur de pression	19
II.7.1 : Domaine d'emploi	19
II.7.2 : Grandeur d'influence	20
II.7.3 : Durée de vie	20
Chapitre III : LES CONVERTISSEURS	21
III : Conversion	21
III.1 : Représentation d'une grandeur physique	21
III.2 : Système analogique	21
III.3 : Conversion analogique –numérique	21

III.4 : Principe de la conversion	22
III.5 : Echantillonneurs - bloqueur	23
III.6 : Différents types de convertisseur A/N	24
III.6.1 Convertisseur simple rampe	24
III.6.2 : Convertisseur double rampe	26
III.6.3 : Conversion par comptage	28
III.6.3.1 : Convertisseur a comparaison directe	28
III.7. Caractéristiques essentielles d'un Convertisseur analogique numérique	29
III.7.1 : Convertisseur analogique numérique idéal	30
III.7.2 : Les caractéristiques principales d'un convertisseur A/N	31
III.8. Les erreurs de conversions	32
Chapitre IV : LES INTERFACES	33
IV.1 : Introduction	34
IV.2 : Les caractéristiques d'une transmission de données	34
IV.2.1 : Le sens de transmission de données	35
IV.3 : Types de transmission	36
IV.3.1 : Transmission parallèle	36
a)- Définition	
b)- Classification	
c)- Exemple	
C.1) : Les registres du port parallèle	
C.2)- Description des signaux caractéristique de l'interface Centronics	
IV.3.2 : Transmission série	43
a)- Définition	
b) : Exemple : La norme RS232C	
IV.4 : transmission synchrone et asynchrone	44
Chapitre V : LA REALISATION	47
V.1 : Introduction	47
V.2 : Présentation	47
V.3 : Réalisation de la cartez d'acquisition (Partie Hard)	48
V.3.1 : principe de fonctionnement général de la carte	48
V.3.2 : Schéma électrique	50
V.3.3 : Partie stabilisation	51
V.3.3 : Calcul des éléments du circuit d'entrée (calibre)	53

V.4 : Elaboration du logiciel	54
V.4.1 : Introduction	54
V.4.2 : Pourquoi le DELPHI 5 ?	54
V.4.3 : Les composants utilisés pour notre application	55
V.4.4 : La fiche principale	55
V.4.5 : L'organigramme	56
V.4.6 : Le programme	57
V.4.7 : Les essais	59
La maquette	61
Tracé du circuit imprimé	62
Implantation des composants	63
Conclusion	64
Nomenclature	65
Bibliographie	66

Introduction :

INTRODUCTION :

Dans le cadre de notre projet de fin d'étude, nous avons à traiter du sujet :

"Visualisation de la pression cabine d'un Boeing 727-200 sur PC".

Nous présenterons donc dans un premier temps le fonctionnement général du système de pressurisation. Nous poursuivrons par la présentation des composants de notre chaîne de mesure en termes généraux, suivie de l'étude plus approfondie de la réalisation. Nous nous attarderons spécialement sur le logiciel avec le quel on a programmé notre carte, support de notre travail. Il s'en suivra une présentation détaillée. Nous terminerons finalement par une conclusion général de ce travail.

CHAPITRE I :
GENERALITES SUR
LE SYSTEME DE
PRESSURISATION



1.1 : But de système de pressurisation :

a)- Préface :

Le principe de base de la pressurisation (figure I-1) est tel que l'air conditionné qui circule dans la cabine est éjecté vers l'extérieur à travers des vannes de décharge positionnées automatiquement par un régulateur de pression.

Ainsi, la différence de pression entre la cabine et l'atmosphère appelée la pression différentielle, est déterminée en fait, par d'échappement régulé de l'air de la cabine.

La pression différentielle de référence est naturellement, la différence entre la pression statique dans la cabine et la pression statique dans l'atmosphère extérieure

b)- But :

♦ Le but de la pressurisation est de fournir une pression de cabine confortable en vol, particulièrement aux altitudes élevées.

♦ Des paquets de climatisation assurent un écoulement constant d'air conditionné dans la cabine pour garder un taux confortable et nécessaire quand l'avion vol aux altitudes élevées et pour maintenir une pression atmosphérique viable pour les passagers.

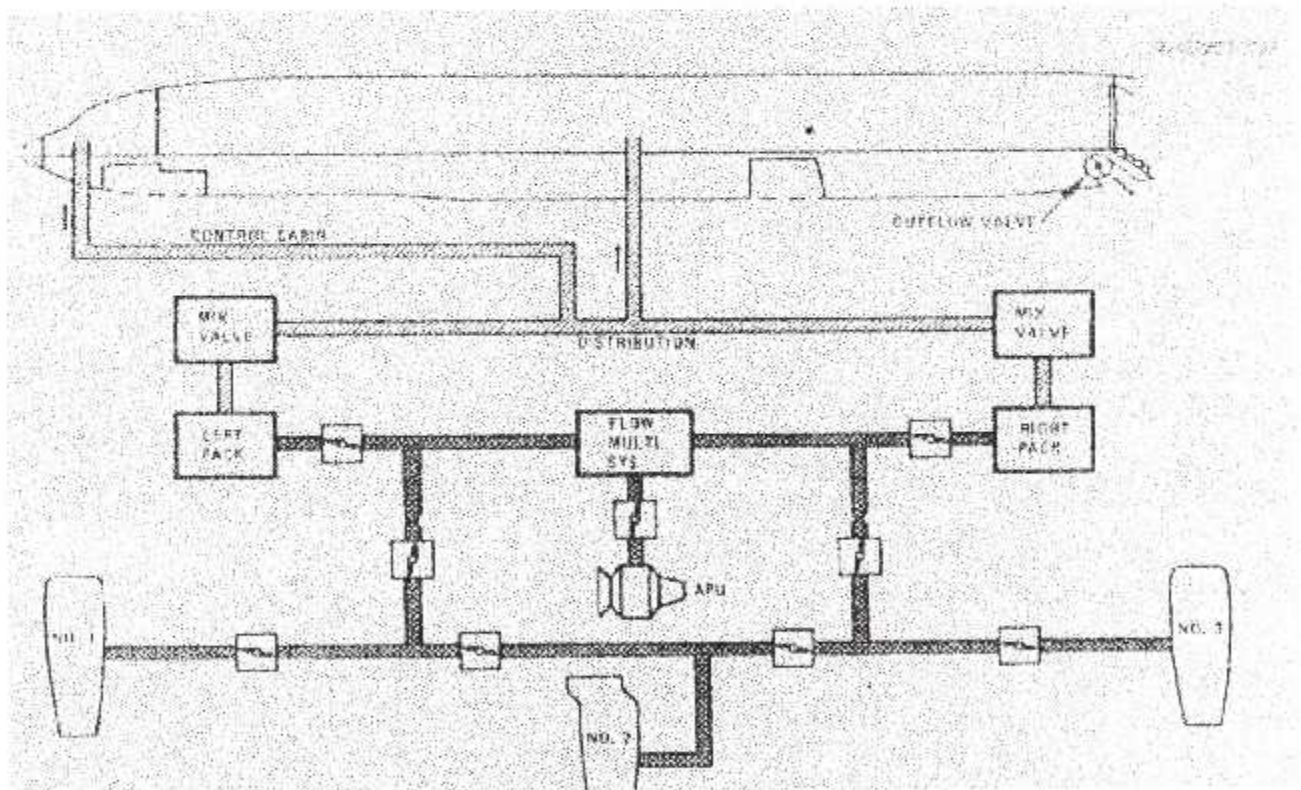


Fig. (I-1) : Schéma du système de pressurisation.

1.2 : Possibilité de système de pressurisation :

♦ Le profile typique de vol est montré sur le diagramme gauche, ces diagramme trace l'altitude de l'avion et cabine.

♦ Dans le diagramme, l'avion commence son vol à une certaine altitude d'aéroport près du niveau de la mer, montant à l'altitude de croisière et par la suite faire l'atterrissage à un aéroport près du niveau de la mer.

♦ L'altitude cabine commence à l'altitude de l'aéroport de décollage qui était niveau de la mer proche, pendant que l'avion monte à son altitude de croisière le changement de l'altitude cabine est comme suite :

* L'altitude cabine s'élève mais par autant que l'altitude avion, une altitude cabine très élevée signifie une pression inférieure indésirable.

* La DP (différence de pression) au niveau du vol en croisière est proche à 7.8 Psi.

* Pendant la montée et la descente, le changement de la pression cabine sera proportionnelle au taux d'avion de montée ou de descente.

♦ La courbe commence au niveau de la mer de côté gauche est montée à une altitude élevée à une basse pression, c'est le même procédé que l'avion suite pendant son décollage et monté notez que la pression ambiante diminue.

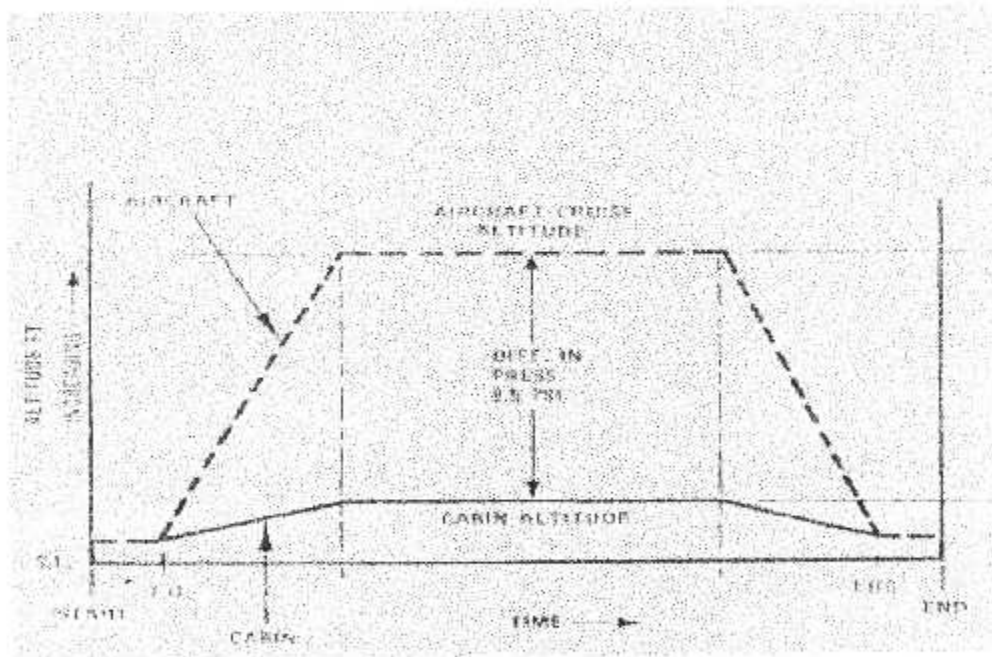


Fig. (I-2) : diagramme du système.

I.3 : Identification du système :

Le circuit de pressurisation est divisé en deux systèmes (fig. I-3) : le système de commandes (partie électronique) et le système de protection de secours (partie pneumatique).

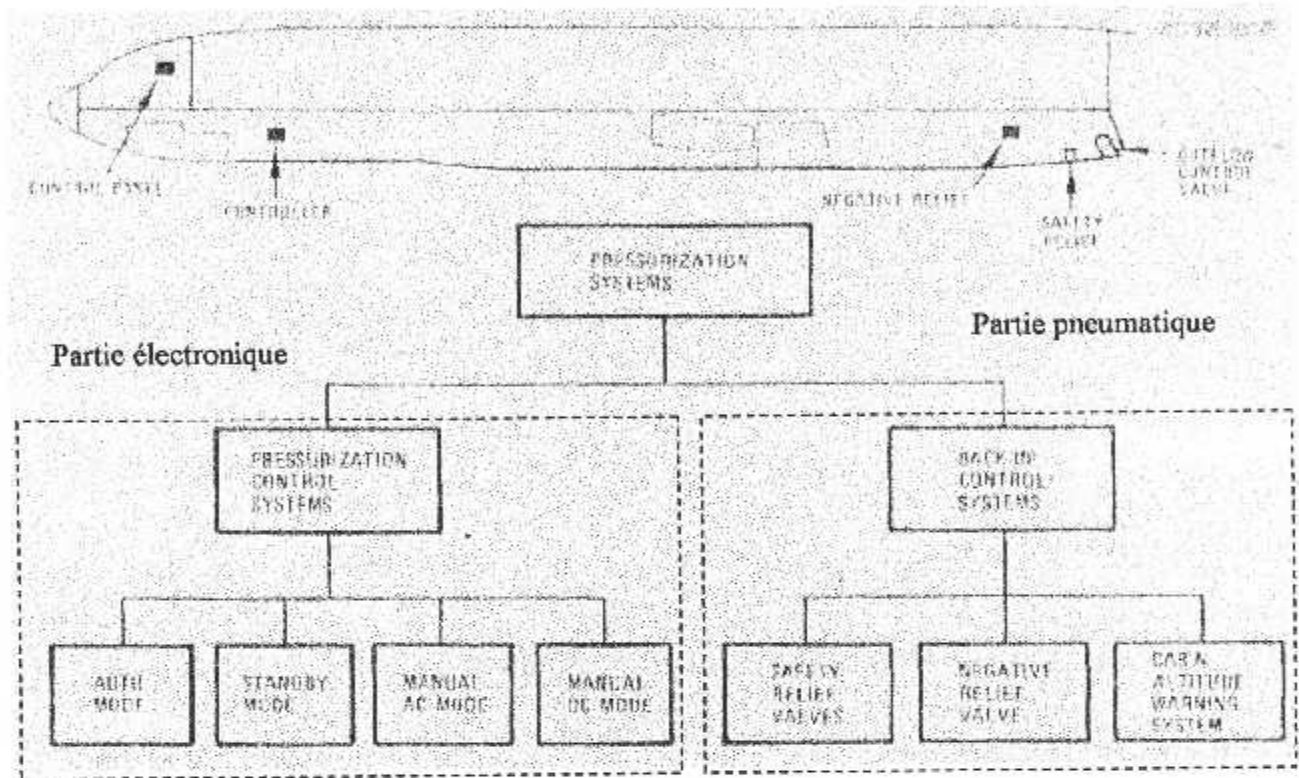


Fig. (I-3) : Schéma de distribution des accessoires

I.4 : Système de commande de pressurisation :

C'est un ensemble d'accessoires qui sont reliés entre eux pour fournir la sécurité et la confortabilité du passager.

- 1) Son but est de fournir plusieurs moyens de commander la pression de l'avion automatiquement ou manuellement.
- 2) Description de fonctionnement générale :

Ce système se compose d'une valve de sortie arrière, de la valve de sortie avant, d'un contrôleur de pression, et d'un panneau de commande.

Chacun de ces accessoire à son propre travail et on peut diviser le système de pressurisation en deux parties, partie électronique :

- CPC.
- Panneau de commande Partie pneumaticque
- OFV.
- La valve de décharge positive inclus dans la figure I.4

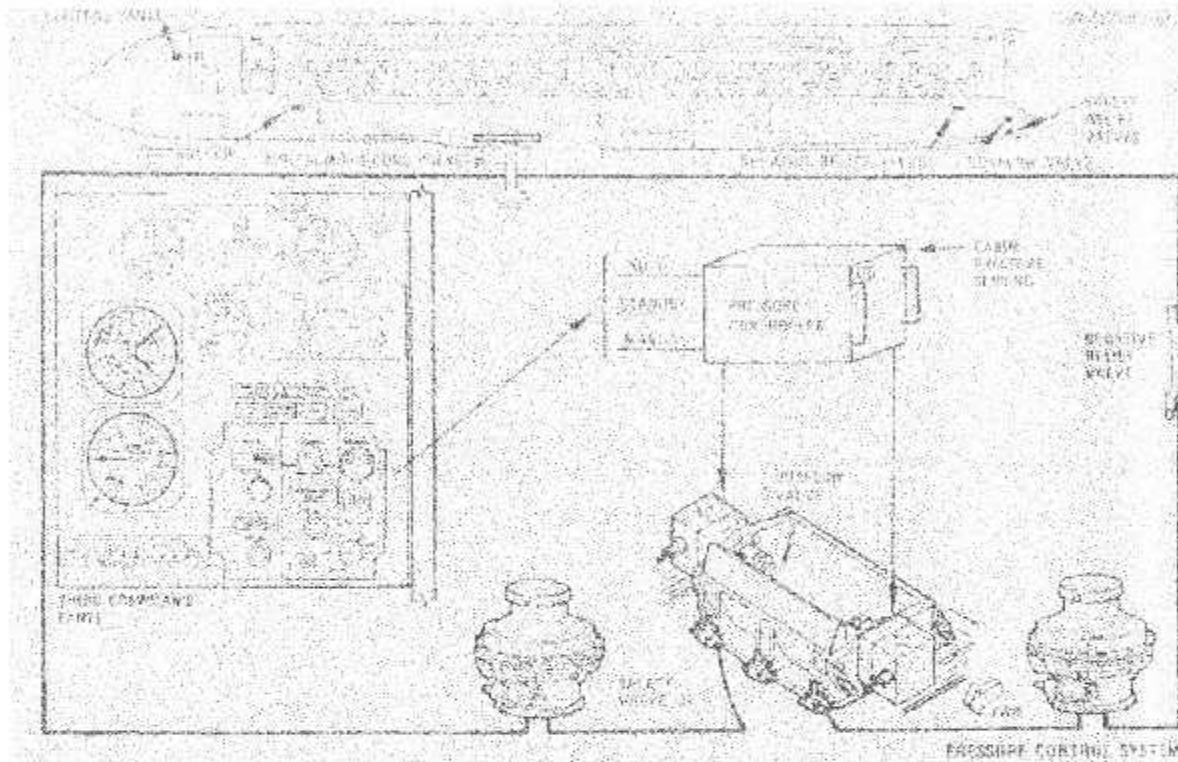


Fig. (I-4) : Schéma système de commande de pressurisation.

I.5 : Le contrôleur de pressurisation (C.P.C):

la figure I.5 nous montre ce système Comme son nom l'indique, cet élément contrôle la pression et la variation de pression dans la cabine et en conséquence donne une possibilité de sélectionner une altitude cabine et un variomètre cabine tant en montée qu'en descente.

La gamme, de réglage admise pour l'altitude cabine varie de 1000ft à 10000ft

Tous les systèmes utilisés dans le contrôleur sont des circuits électroniques de signaux électriques de tension continue VDC : c'est un signal modulé qui part du contrôleur à l'O.F.V pour la commander (ouverture ou fermeture) Le transducteur de la pression à l'intérieur du contrôleur convertit la pression statique en signal de tension pour la pression ambiante et deux autres transducteurs à l'intérieur du même contrôleur convertissent cette pression en

signal de tension, un pour le mode AUTO et l'autre pour le mode STAND-BY. Deux mono contacts à l'intérieur du contrôleur signaleront l'altitude cabine excessivement élevée.

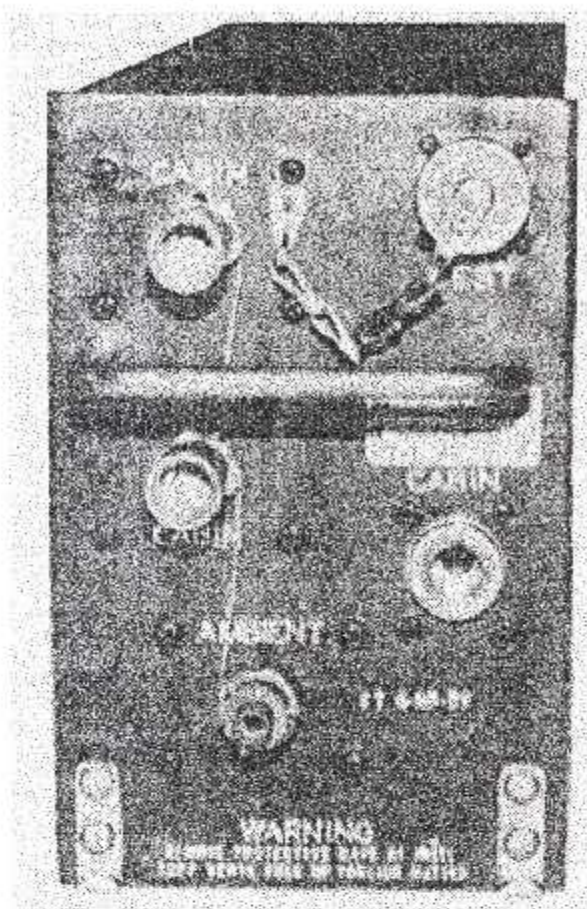


Fig. (I-5) : Schéma de contrôle de pression cabine.

I.6 : Le panneau de commande:

Il permet le choix des modes de commandes et la sélection des données spécifiques au vol et fournit les signaux électriques appropriés au contrôleur.

Le panneau avant est divisé en 4 sections :

- La première partie à droite en bas, a un bouton que nous tournons pour la sélection des modes, et un switch (FLT/GRD).
- La deuxième partie est tout à gauche; pour le mode AUTO elle possède deux afficheurs de sélection d'altitude : l'un est FLT/ALT, il permet l'affichage de l'altitude de croisière, et l'autre est LAND/ALT, il permet l'affichage de l'altitude de l'aéroport de décollage et celui de l'atterrissage.
- La troisième partie est au milieu du panneau, pour le mode Sby cette partie possède un afficheur de CAB/ALT pour assurer une pression cabine désirée.

- La quatrième partie MANUAL possède un compteur de la position de l'O.F.V. et un switch (open /close) manuellement comme la figure I.6 le montre.

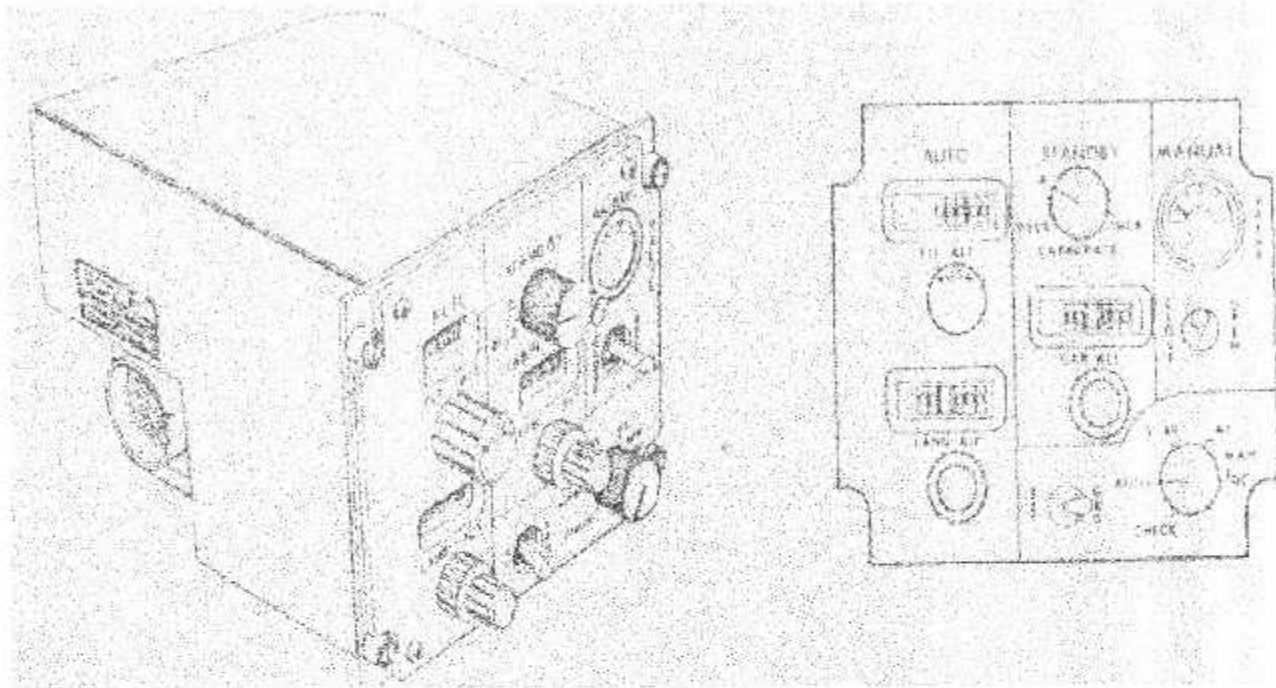


Fig. (I-6) : Schéma de la face avant du panneau de commande.

I.7 : La valve de sortie (O.F.V.):

La valve se compose d'une porte tournante en aluminium dans une armature en aluminium rectangulaire.

Les déclenchements rotatoires électriques sont placés sur chaque extrémité de l'armature. Chaque déclencheur est couplé au déclencheur de la porte tournante par des coupleurs, et seulement un déclencheur conduira à l'O.F.V.

La position de l'O.F.V. :

- * Quand l'avion est sur la terre non pressurisé l'O.F.V. est complètement ouverte.
- * Quand l'O.F.V. est partiellement fermée l'avion est pressurisé sur la terre. (figure I-7)

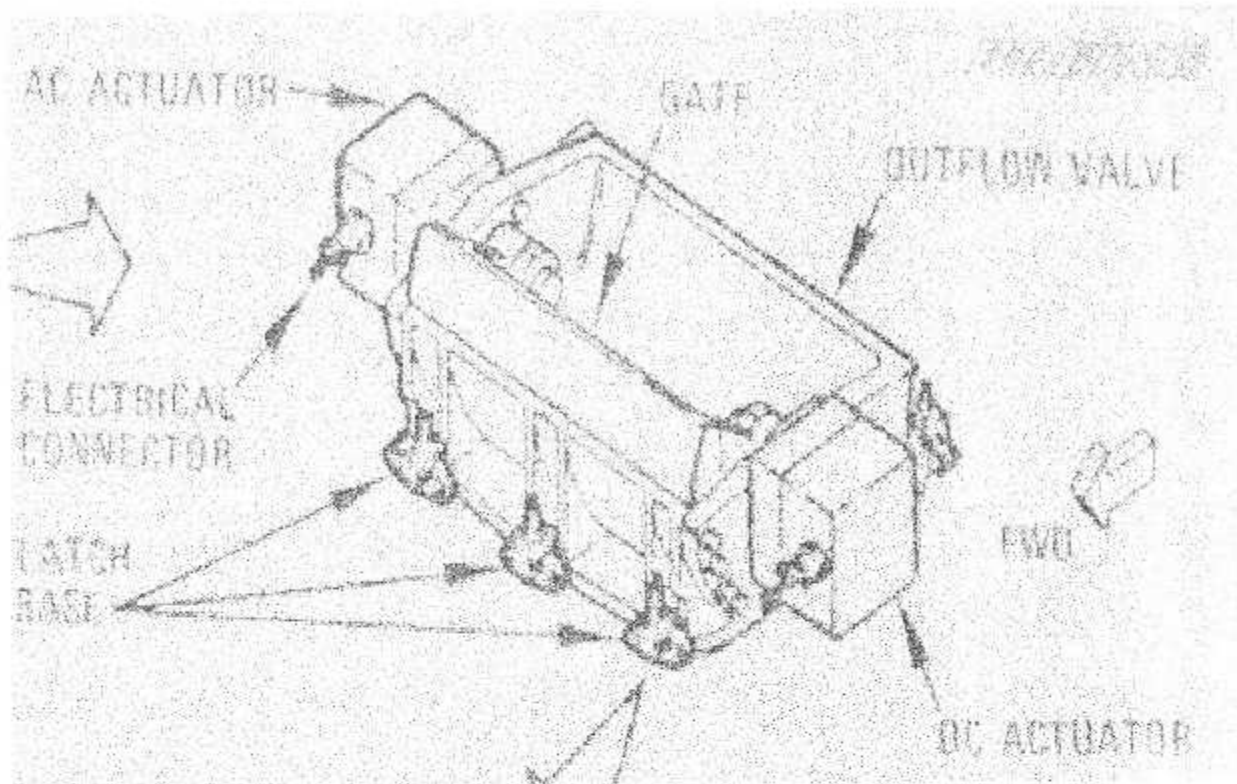


Fig. (I-7) : Schéma de l'O.F.V.

I.8 : La vanne de décharge (Sécurité):

Elles sont au nombre de deux et servent à réguler l'échappement de l'air de conditionnement, elles assurent la sécurité de la limite admissible de pression différentielle et permettent en outre une décharge complète lorsque la pression différentielle doit être nulle.

Les deux vannes sont couplées parallèles au régulateur de pression via des relais pneumatique, et du point de vue de fonctionnement ces trois éléments doivent être considérés comme un seul contrôleur de pression.

La configuration en parallèle est, naturellement employée dans le cas de défaillance d'une vanne ; l'autre pouvant assurer à elle seule la décharge de l'air comme la figure I.8 le montre.

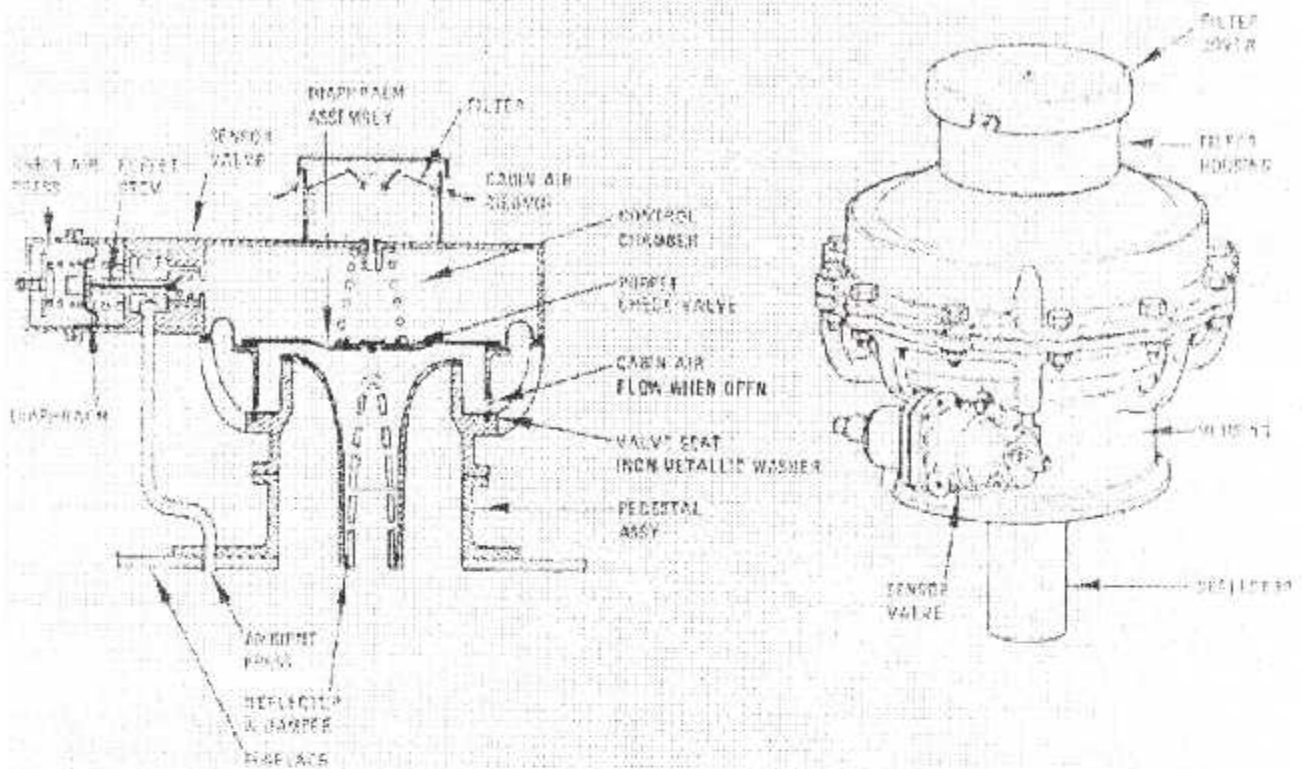


Fig. (I-7) : Schéma de la vanne de sécurité

CAPITRE II : **LES CAPTEURS**

II.1 : Généralité sur les capteurs :

Un capteur est un instrument destiné à transformer une grandeur physique quelconque en grandeur électrique.

Il existe plusieurs types de capteurs, leurs principes dérivent des différents phénomènes comme de l'électricité.

La transformation d'une grandeur physique en information électrique est désavantageuse en raison de la précision, la fidélité, la souplesse, d'emploi des dispositifs électromécaniques.

Les applications des capteurs sont très nombreuses en industrie, mesure électrique et électronique, ou régulation des précisions, forces, couple, puissance, étude des vibrations, applications médicales etc.

La grandeur physique objet de la mesure : déplacement, température, pression etc..... est désignée comme le mesurande et représentée par m .

L'ensemble des opérations expérimentales qui concourent à la connaissance de la valeur numérique du mesurande constitue son mesurage. Lorsque le mesurage utilise des moyens électroniques de traitement du signal, il est nécessaire de produire à partir du mesurande une grandeur électrique qui en soit une représentation aussi exacte que possible : ceci signifie que la grandeur électrique et ses variations apportent toute l'information nécessaire à la connaissance du mesurande.

Le capteur est le dispositif qui soumis à l'action d'un mesurande non électrique présente une caractéristique de nature électrique (charge, tension, courant ou impédance) désignée par s et qui fonction du mesurande.

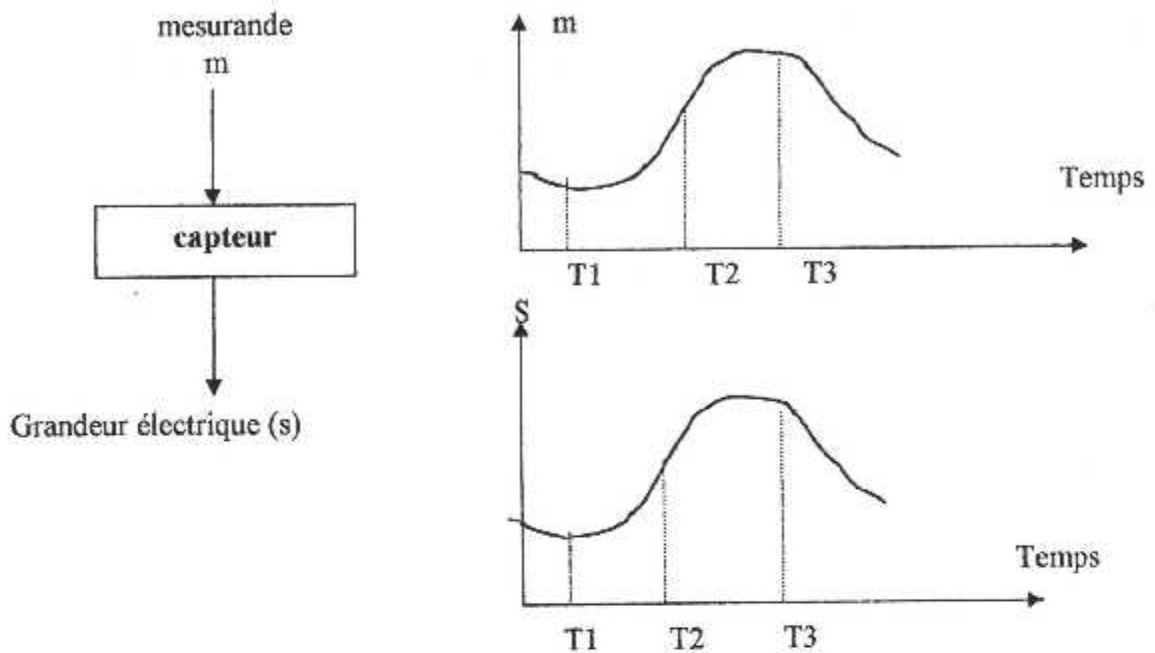
Tel que :

$$S = f(m)$$

S : la grandeur de sortie ou réponse du capteur.

m : la grandeur entrée ou excitation.

la mesure de s doit permettre de connaître la valeur de m voir (fig. II. 1).



(fig. II.1)

Exemple d'évolution d'un meurande m et de la réponse s correspondante du capteur.

II.2 : Les différents types des capteurs :

II.2.1 : Un capteur actif :

Un capteur actif est généralement fondé dans son principe sur un effet physique qui assure la conversion en énergie électrique de la forme énergie propre au mesurande des :

- Energie thermique.
- Energie mécanique.
- Energie de rayonnement.

Les plus importants parmi ces effets sont regroupés dans le tableaux suivant

MESURANDE	EFFET UTILISES	GRANDEUR DE SORTIE
Température	Thermoélectricité	Tension
Flux de rayonnement optique	- Pyroélectricité - Effet photovoltaïques - Effet photo-électromagnétiques	- La charge - Courant - Tension - Tension
La force Pression	- Piezo-électricité	- La charge
La vitesse	- Induction électromagnétique	- Tension
Position (Aimant)	- Effet Hall	- Tension

Tableau : Les effets de capteurs actifs

II.2.2 : Les capteurs passifs :

Il s'agit d'impédance dont l'un des paramètres déterminant est sensible au mesurande.

Dans l'expression littérale d'une impédance sont présents des liés :

- D'une part à sa géométrie et à ses dimensions.
- D'autre part aux propriétés électriques de matériaux :
Résistivité, perméabilité magnétique ou bien des constantes
Electrique.

La variation d'impédance peut donc être due à l'action du mesurande soit :

- ,sur les caractéristiques géométriques ou dimensionnelles.
- sur les propriétés électriques des matériaux.
- , plus rarement , sur les deux simultanément

Le tableaux (2) donne un aperçu des divers mesurandes susceptibles de modifier les propriétés électriques de matériaux employées pour la réalisation de capteurs passifs on y remarque, en particulier , la place importante des capteurs resistifs .

MESURANDE	Caractéristiques électriques sensibles	Types de matériaux utilisés
Température	- Résistivité	Matériaux platine, nickel, cuivre, verre.
Très basse température	- Constante diélectrique	
Flux de rayonnement optique	- Résistivité	- Semi-conducteur
Déformation	- Résistivité - Perméabilité - Magnétique	- Alliage de nickel, silicium - Alliage ferromagnétique
Position (Aimant)	- Résistivité	- Matériaux magnétiques - Résistance (Bismuth)

Tableau 2 : principes physiques et matériaux.

L'impédance d'un capteur passif et ses variations ne sont mesurables qu'en intégrant le capteur dans un circuit électrique, par ailleurs alimenté et qui est son conditionneur.

Les types de conditionneurs le plus généralement utilisés sont :

- **Le montage potentielle homérique** : association en séries d'une source, des capteurs et d'une impédance qui peut être ou non de même type.
- **Le pont d'impédances** : dont l'équilibre permet la détermination de l'impédance, du capteur ou dont le déséquilibre est une mesure de la variation de cette impédance.

II.3 : Montage en pont :

En général dans les capteurs on utilise un montage en pont.

Soit un circuit par 4 résistances égales R_1, R_2, R_3, R_4 montés en pont voir (figure II.2).

- Si nous l'alimentons par une source de courant P suivant une diagonale.

Nous aurons à l'équilibre une tension entre B et D par raison de symétrie.

- La variation l'une quelconque des résistances fait apparaître une tension B et D qui peut être mesuré par un instrument G pour des très faibles variations de résistances, ce qui est le cas des jauges.

- La tension de sortie est pratiquement proportionnelle aux variations relatives des résistances $\Delta R/R$ de chacune des jauges.

Elles vont E étant la force électromotrice de la source

$$E = (E') \frac{\Delta R_1}{R_1} - \frac{\Delta R_2}{R_2} + \frac{\Delta R_3}{R_3} - \frac{\Delta R_4}{R_4}$$

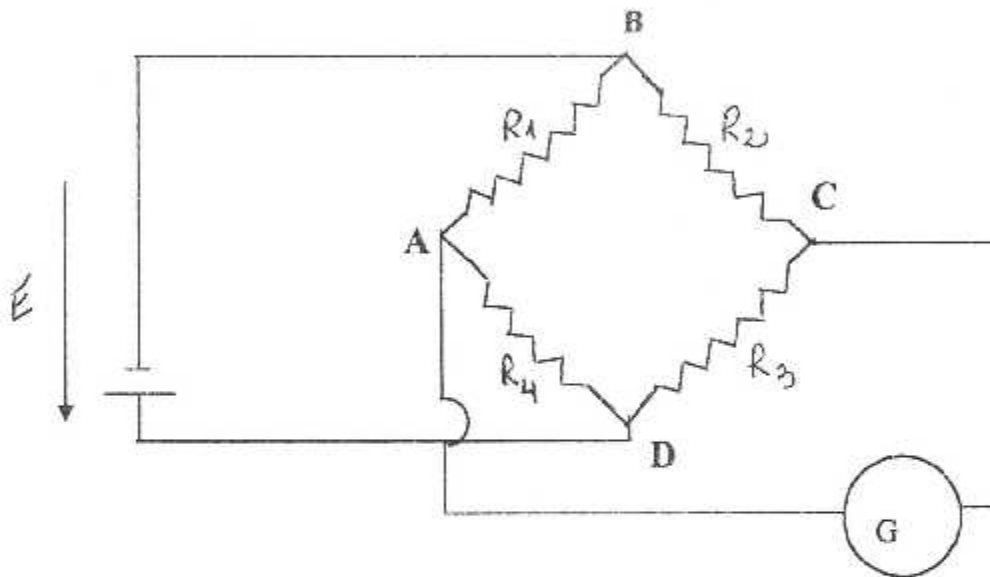


Fig (II-2) : Montage en pont.

G: Galvanomètre

II.4 : Capteur de pressions :

Pression absolue, différentielle et relative. Le programme HBM comporte les capteurs adaptés aux nombreux problèmes posés par la technique de mesure des pressions.

L'utilisation à la corrosion assure aux capteurs de pressions HBM une excellente tenue dans le temps même sous atmosphère agressive.

Le capteur de pression HBM pour liquide et gaz mesurent avec grande précision, aussi bien des pressions statiques que dynamiques. On trouve dans le programme HBM des capteurs de

Le capteur de pression pour liquide et gaz mesurent avec grande précision, aussi bien des pressions statiques que dynamiques. On trouve des capteurs de pressions absolus basés sur les jauges de contrainte ainsi que des capteurs inductifs de pression relative et de pression différentielle.

Certains capteurs de pressions absolus sont disponibles avec un amplificateur intégré et en technique bifilaire.

les capteurs bifilaires sont principalement utilisés dans l'industrie chimique et dans les techniques de procédés une bonne stabilité qui permet d'être montée sur les machines hydrauliques d'essais des matériaux, par exemple : de plus un faible volume et une bonne tenue en fatigue Leur confèrent des avantages entre autres types de capteurs de pression.

Certains sont réalisés en collant un pont de jauges spécialement dessinées sur une plaque circulaire soumise à la pression c'est alors que l'on emploie parfois l'expression (membrane) car en résistance des matériaux une membrane ne réagit en flexion c'est une plaque qu'il s'agit ici par flexion.

II.5 : Les caractéristiques métrologiques :

Le capteurs prends un élément de la chaîne de mesure et la source déterminante du signal électrique que le reste de la chaîne doit être traité et exploité.

L'adaptation du capteur et de la chaîne de mesure implique que celle-ci n'ajoute pas au signal initial des incertitudes aux limitations supérieures à celles apportées par le capteur. c'est donc de la qualité du capteur que dépendent en premier d'une part, le plus au moins, bonne concordance entre valeur mesurée et Valeur vraie du mesurande, et d'autre part les limites de l'incertitude sur la valeur mesurée.

II.6 : Les erreurs de mesure :

Les seuls mesurandes dont la valeurs est parfaitement connus sont les grandeurs étalons puisque leur valeurs est fixée par conversion.

La valeur de tout autre mesurande ne peut être connue qu'après traitement par Une chaîne de mesure. C'est la valeur vraie des mesurande qui détermine l'excitation d'une capteur, mais l'expérimentateur n'a accès qu'à la réponse globale de la chaîne de mesure.

Cette réponse est exprimée en unités du mesurande et la valeur mesurée.

L'écart entre valeur mesurée et valeur vraie est l'erreur de mesure celle-ci est due en particulier aux imperfections de la chaîne de mesure qui dégrade l'information du signal au cours de son traitement.

L'erreur de mesure ne peut être qu'estimée. La valeur vraie de la mesurande ne peut être donc connue cependant une conception rigoureuse de la chaîne de mesure et permet de réduire l'erreur de mesure. Et donc l'incertitude sur la valeur vraie.

II.6.1: Les erreurs systématiques :

Pour une valeur donnée de la mesurande une erreur systématique est soit constante soit variation lente par rapport à la durée de mesure : Elle introduit donc un décalage constant entre valeur vraie et valeur mesurée.

Les erreurs systématiques ont généralement pour cause une connaissance erronée ou incomplète de l'installation de mesure ou sa mauvaise utilisation.

II.6.2 : Les erreurs sur les caractéristiques du capteur.

L'erreur sur la sensibilité ou sur la courbe d'étalonnage : Ainsi par exemple, le facteur K, d'une jauge de contrainte est habituellement déterminé par le constructeur en mesurant le facteur K de jauges du même lot de fabrication. De façon plus générale le vieillissement d'un capteur, la fatigue mécanique de ses composants ou leur altération chimique entraînent une modification progressive de sa courbe d'étalonnage initial : c'est le cas en particulier pour les thermocouple et les thermistances.

II.7. Les caractéristiques d'un capteur de pression :

II.7.1 : Domaine d'emploi :

Un capteur de pression est d'abord caractérisé par son domaine d'emploi, et la fiabilité qui correspond à ce domaine.

La pression, peut être en fonction du temps. Pour pouvoir suivre ces évolutions, le capteur doit avoir :

- Une fréquence propre élevée, correspond à une grande rapidité de réponse
- Une finesse suffisante qui évite l'intégration des fluctuations sur la surface du corps d'épreuve.

II.7.2 : Grandeur d'influence :

Les grandeurs d'influences (vibration, accélération, ...) peuvent altérer les qualités mécaniques du capteur ou induire des erreurs entraînant une incertitude accrue sur la valeur mesurée de la pression, ces grandeurs peuvent être liées au fluide ou à l'environnement.

II.7.3 : Durée de vie :

Un capteur doit conserver dans le temps ses caractéristiques métrologiques. Sa durée de vie peut être outre les impérations qui peuvent impliquer son stockage, par le nombre, correspondant à son étendue de mesure, pouvant être appliquées sans altérations de la précision (résistance à la fatigue).

Ce nombre décroît ou moins d'un facteur de dix avec la surcharge du capteur. En fixant la probabilité à 0.9 on peut avancer une valeur moyenne de 10^4 cycles pour un capteur surcharge et de 10^6 cycles pour un capteur soumis à des variations de pression ne dépassant pas son domaine nominal ; en pratique, on peut trouver des durées de vie de l'ordre de 10^5 cycles pour des membranes au silicium mais aussi de 10^9 cycles pour certains capteurs à tubes ou spéciaux.

CAPITRE III :
LES
CONVERTISSEURS

III : Conversion :

III.1 : Représentation d'une grandeur physique :

La valeur numérique d'une grandeur physique peut être représentée
Soit de manière analogique soit de manière numérique.

III.2 : Système analogique :

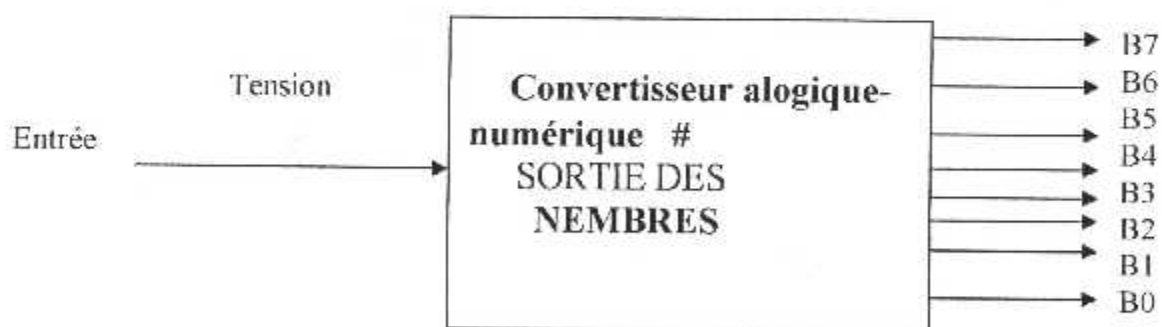
La plus part du grandeurs qui doivent être mesurée (l'intensité, tension, Température, pression, vitesse) Sont des grandeurs analogiques peuvent être mesurer par les système analogiques : les oscilloscopes analogiques, voltmètre etc.

↪ il Sont remplacés par des appareils numériques : les récepteurs radio -phonique
Les magnétophones

III.3 : Conversion analogique -numérique :

La conversion analogique -numérique réalise la transformation d'un courant en un signal analogique en un signal numérique (**fig. III.1**)

Généralement elle représente en code binaire ou le code décimal binaire (D.C.B)



(Fig. III.1): Convertisseur analogique-numérique .

III.4 : Principe de la conversion :

La figure (III.2) représente le schéma d'un convertisseur analogique-numérique.

Au début de la conversion la sortie du comparateurs est a l'état haut, elle autorise alors la conversion, la commande permet de lancer le processus, elle modifie à la cadence imposer par l'horloge le continue binaire du registre jusqu'à ce que l'égalité entre la tension de sortie de C, A, N et la tension à convertir qui provoque l'arrêt de la conversion à la sortie du registre.

On dispose alors du résultat de cette conversion (voir étape Electronique/Analogique et le principe de la conversion sur schéma).

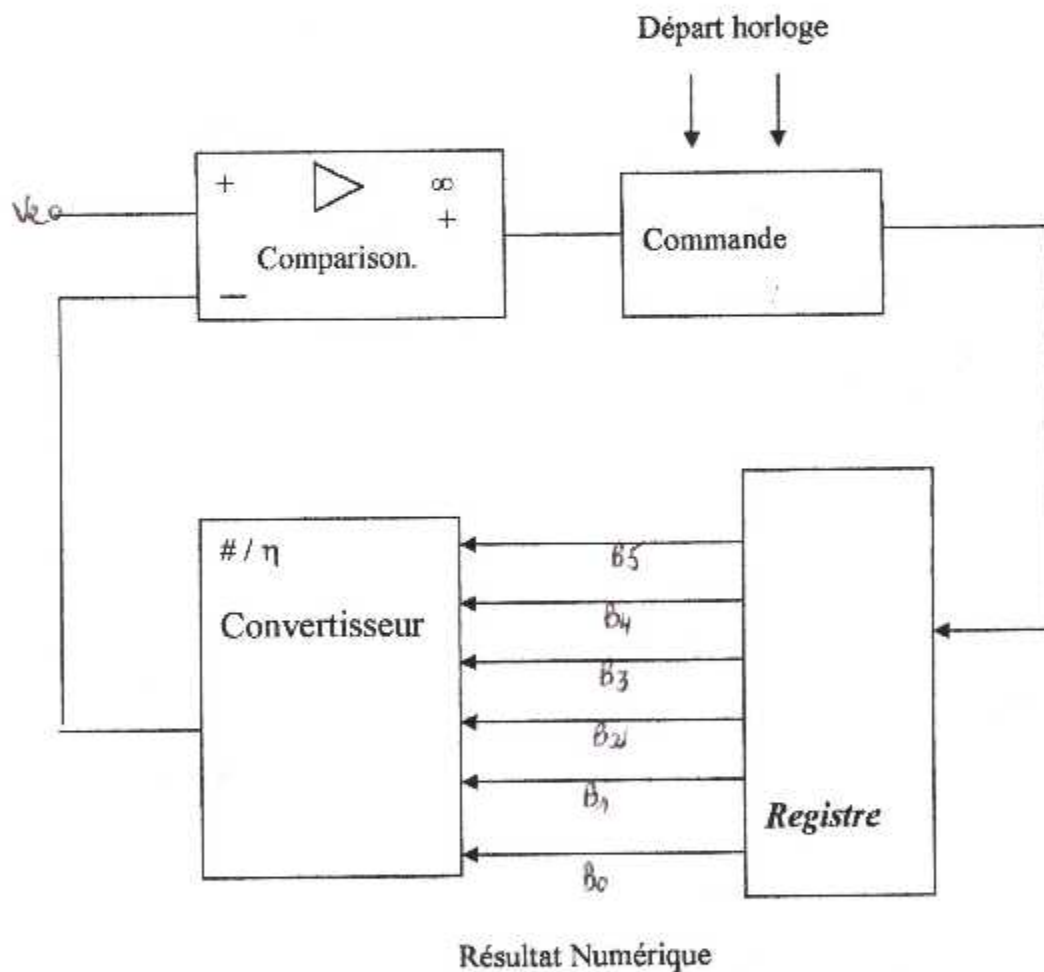


fig. : (III-2) : Convertisseur Analogique-numérique.

III.5 : Echantillonneurs - bloqueur :

Si la tension à convertir évolue pendant la conversion, le fonctionnement du convertisseur peut être perturbé. Pour éviter ce mauvais fonctionnement. La tension à convertir n'est pas directement appliquée à l'entrée du Convertisseur analogique numérique mais passe par un échantillonneur - bloqueur qui mémorise la tension à convertir pendant toute la durée de la conversion ainsi la tension appliquée à l'entrée du convertisseur est constante.

Un convertisseur analogique- numérique génère une tension électrique proportionnelle au nombre d'impulsion qui lui est fourni en entrée.

En général ce nombre d'impulsion est représenté avec le code binaire naturel.

Il est impossible de décrire un signal avec une infinité de valeurs donc on va prendre qu'une partie de signale à des instant bien déterminer c'est ce qu'on appelle l'échantillonnage.

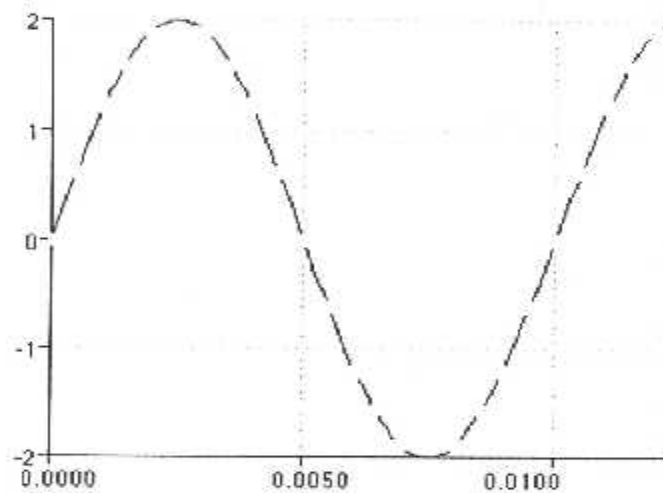


fig. (III.3) : La numérisation du signal analogique

Alors de manière général pour convertir un signal numérique analogique :

Il faut deux opérations :

- L'échantillonnage.
- La quantification.

Convertisseur Analogique-Numérique :

Ces convertisseurs permettent la conversion d'une tension analogique en un nombre binaire qui puisse être traité par un ordinateur.

III.6 : Différents types de convertisseur A/N :

III .6.1 Convertisseur simple rampe :

La tension E_c à convertir est comparé à une rampe de tension $E_c(t)$ qui est obtenu en changeant un condensateur de capacité C par un courant d'intensité constante I_0 figure (III.4)

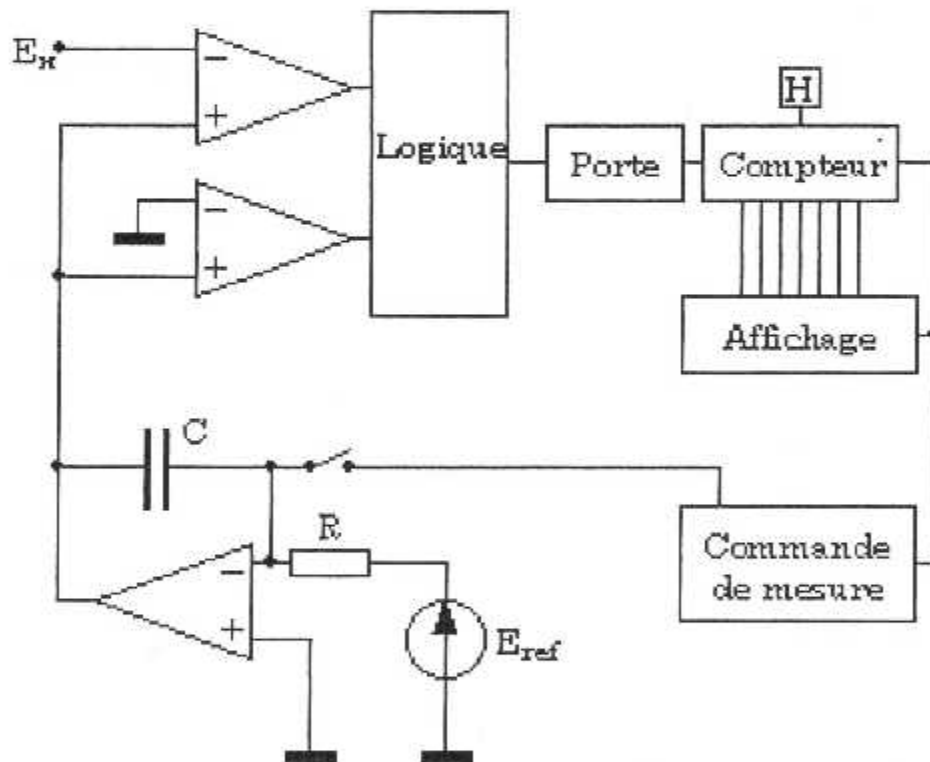
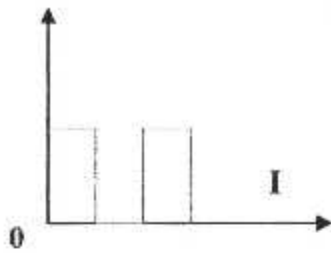


fig. (III-4): Convertisseur simple rampe.



TH(I)

Tant que la tension E_e est supérieur à la référence $E_r(t)$ la sortie du comparateur A impose un niveau logique 1 à l'entrée E_1 de l'opérateur Et. Le compteur binaire C_b enregistre les impulsion d'horloge $E_h(t)$ de période T_h dès que la tension rampe $E_r(t)$ atteint la valeur E_e , le comparateur A impose à l'entrée E_1 de la porte Et un niveau logique 0.

Le comptage arrête le contenu du compteur est alors N.

$N = K_e$ avec $K = C_o / I_0 \cdot T_h$.

L'évolution des tension est présentée sur la fig. : (III.5).

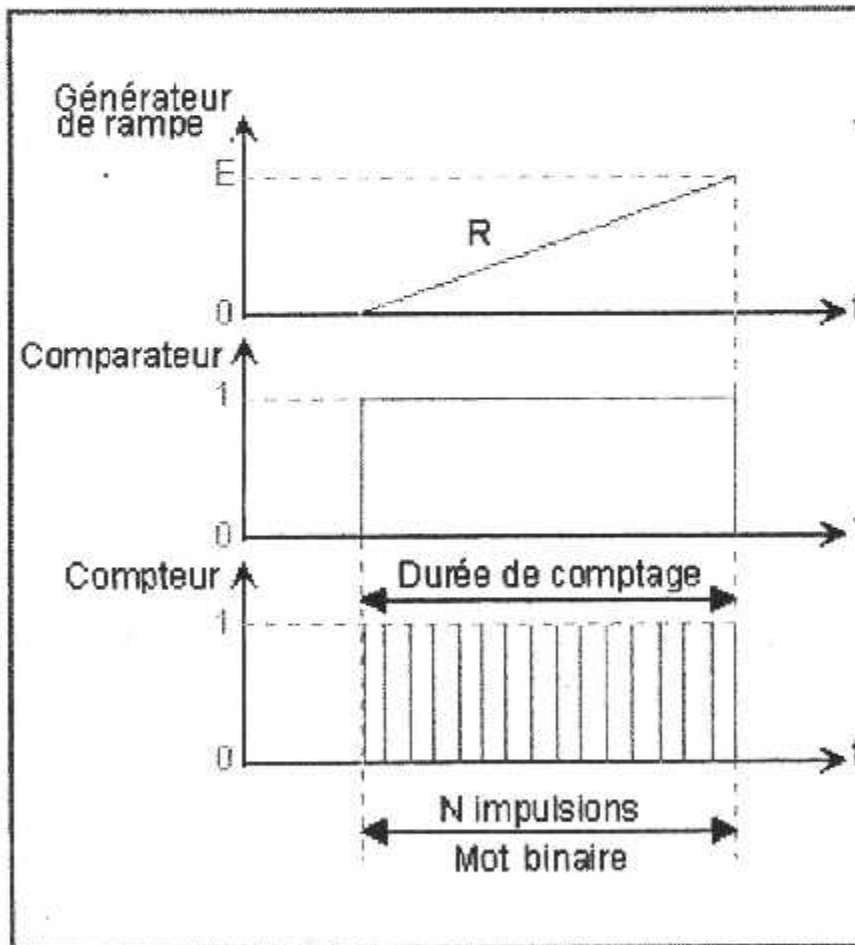


fig. : (III-5) évaluation des tension des convertisseurs simples rampe.

◆ **Limitation**

La précision de convertisseurs dépend de la valeur de la capacité C_0 et de la stabilité du signal d'horloge $T_h(t)$.

Il est possible d'améliorer la conversion en réalisant un circuit à double rampe

III.6.2 : Convertisseur double rampe :

Le principe de ce convertisseur est représenté sur la figure(III. 6) :

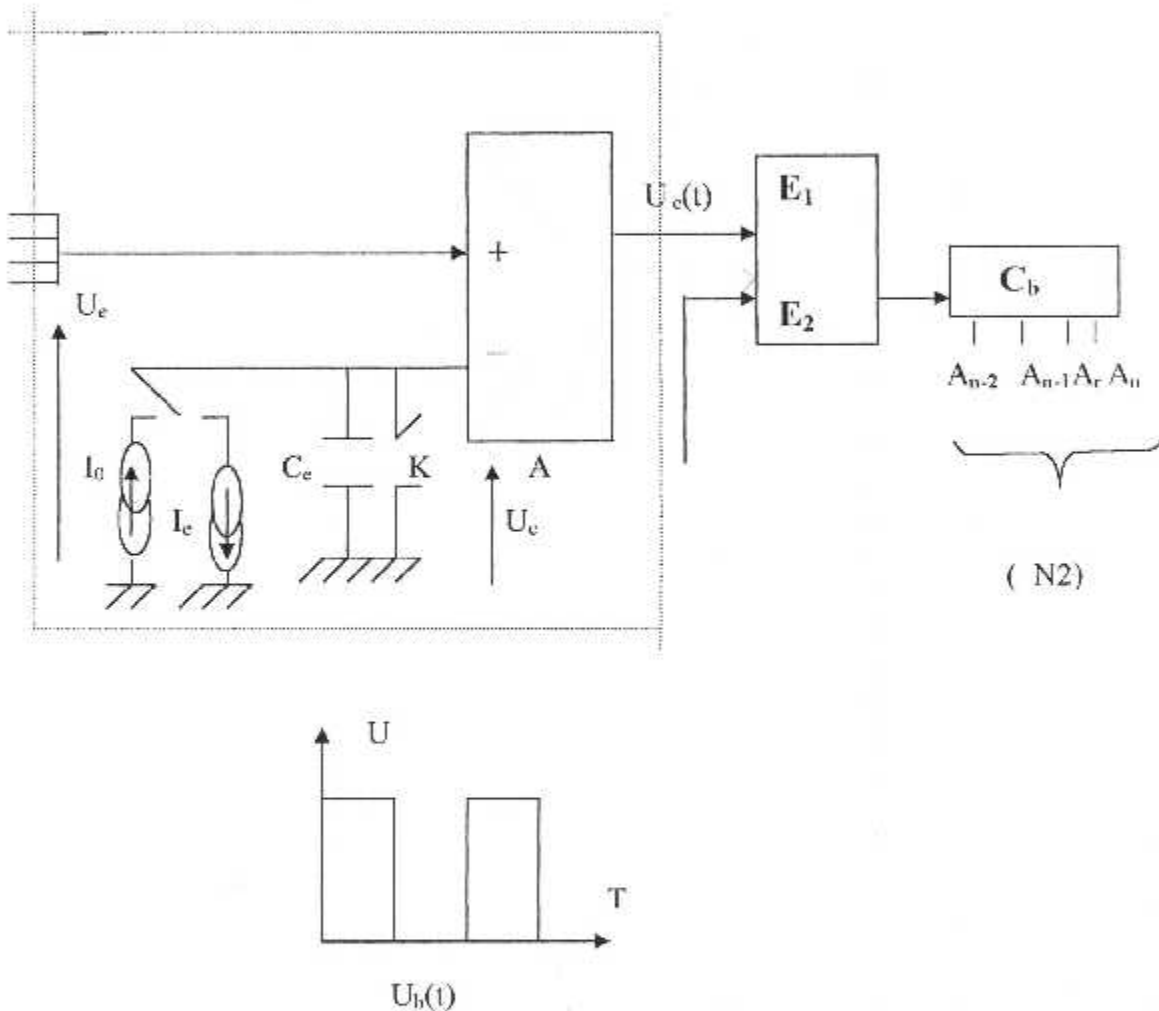
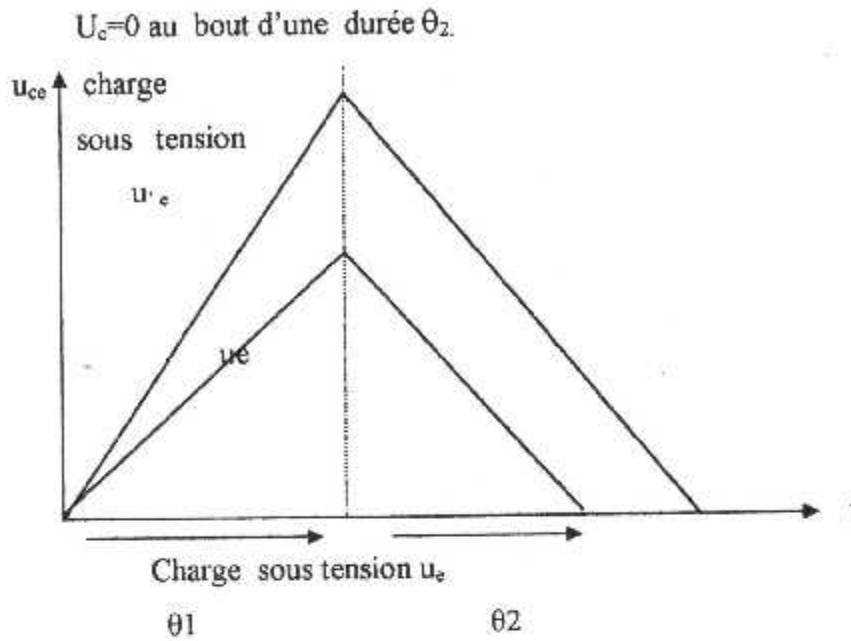


fig.: (III-6): Principe du convertisseur double rampe.

- Pendant une durée θ_1 fixée invariable, le condensateur est chargé à l'aide d'un courant dont l'intensité I_c est proportionnelle à la tension $u_c(I_c=k.u_c)$. Au bout de cette durée, la tension aux bornes du condensateur est u_{ce} .
- Le condensateur est ensuite déchargé à l'aide d'un courant constant d'intensité I_0 indépendante de u_e , jusqu'à atteindre la tension :



Allure des rampes pour deux valeurs de la tension à mesurer u_c , u_e

- La quantité d'électricité emmagasiné pendant la charge est égale à celle fournie pendant la décharge
- Soit $I_e \theta_1 = I_0 \theta_2 = G u_{cc}$ avec $I_e = k U_c$
- Si les nombres d'impulsion d'horloge de période T pendant les θ_1 et θ_2 sont respectivement N_1 et N_2 , nous pouvons écrire
- $N_1 T k u_c = N_2 T I_0$
- $N_2 = K N_1 U_c I_0$

- Soit
- N_1 , N_2 et K étant des constantes le nombre d'impulsion N_2 est proportionnel à la tension à convertir
- Ces convertisseur, bien que relativement sont très utilisés dans les systèmes d'affichage comme ceux qui équipent les appareils de mesure numérique, notamment de nombreux multimètres.

III.6.3 : Conversion par comptage :

III.6.3.1 : Convertisseur à comparaison directe :

La méthode consiste à comparer le signal analogique d'entrée u_e à l'image analogique $u_{c.na}$ du contenu d'un compteur binaire c_b donné par un convertisseur numérique-analogique voir (fig. III.7).

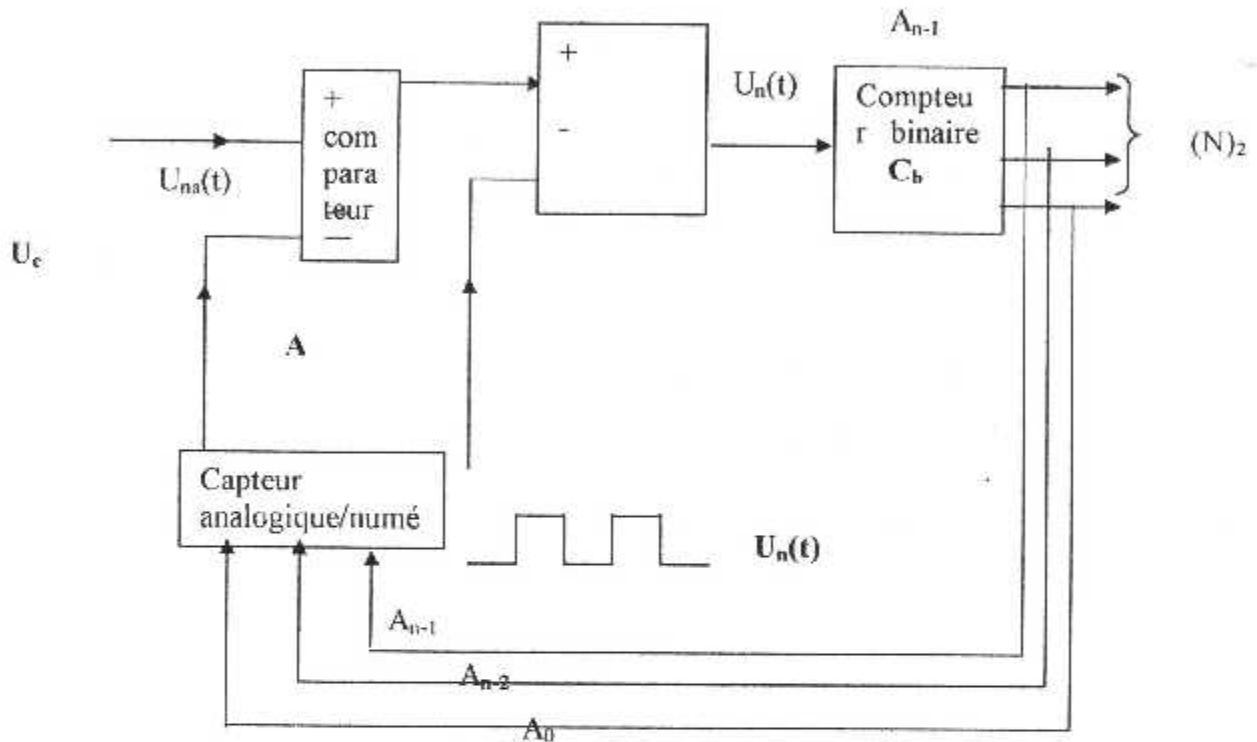


fig. : (III-7) : Principe du convertisseur à comparaison direct.

On peut remarquer que pour ce système, la sortie $(N)_2$ nombre code en binaire relié sur l'une des entrée du comparateur analogique à ce convertisseur est un système bouclé

- Tant que la tension U_e est supérieur à la sortie du comparateur A impose un niveau logique 1 à l'entrée E_1 de l'opérateur Et
- Le compteur binaire C_b est incrémenté ce qui entraîne la modification de la valeur de $U_{c.N_a}$.
- Dès que cette dernière atteint la valeur U_e le comparateur A impose à l'entrée E_1 de l'opérateur Et, un niveau logique 0 et le comptage s'arrête. Le contenu du compteur est alors N.

III-7. Caractéristiques essentielles d'un Convertisseur analogique numérique :

Les caractéristiques d'un C.A.N idéal sont résumées dans le tableau ci-après :

	définition	notation	exemple
E	Tension pleine	U_{PE}	10 V
N	Echelle.		
T			39 _{MV}
R	Resolution.	$S_0 = r_{U_{PE}}$	
E'			
E	Tension maximale	S_{0N}	9.96
S	Nombre delement	N	8
O	Binaires		
		$N_{pe} = 2^n$	256
R	Nombre de		
T	Poids.	$N_{pe} - 1$	255
		$R = 1/n_{pe}$	1/256
I	Nombre maximal		
E	résolution.		

Tableau 3 : Les caractéristiques d'un convertisseur analogique-numérique. idéal

III.7.1 : Convertisseur analogique numérique idéal :

L'enveloppe de la caractéristique du transfert d'un Convertisseur analogique-numérique idéal est une droite alors qu'un Convertisseur réel est une courbe.

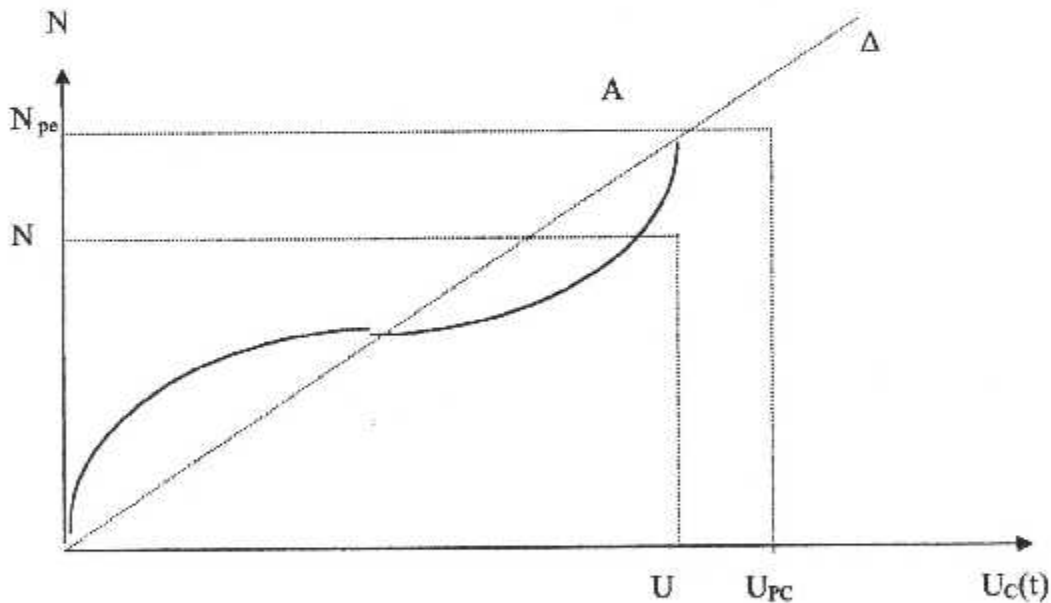
La précision d'un C,A,N est l'écart maximale $\Delta U_{e \max}$ entre la caractéristique réelle et la caractéristique idéale divisée par la valeur maximale de la tension d'entrée.

Tel que :

P : la précision d'un convertisseur analogique-numérique.

U_{pe} : tension d'entrée maximale.

$$P = \Delta U_{\max} / U_{pe}$$



:Caractéristiques d'un convertisseur analogique-numérique idéal.

La durée de conversion est le temps nécessaire pour que la grandeur numérique de sortie, soit acquise lors du passage de la commande analogique de zéro à la valeur correspondant au maximum de l'échelle.

III.7.2 : Les caractéristiques principales d'un convertisseur A/N

➤ Les caractéristiques générales d'un convertisseur A/N sont :

- Fonction de transfert
- Plage de conversion
- Résolution dynamique
- Temps de conversion
- Précision

➤ **Facteur de mérite :**

les convertisseurs A/N sont très nombreux selon les applications suivantes:
les CANtres rapides sont peu précis, on peu dire que les CAN sont caractérisés par facteur de mérite F_M tel que :

$$F_M = \text{précision} \times \text{vitesse}$$

➤ **Fonction de transfert idéal d'un CAN(FIT) :**

La fit est définie par ces deux équation :

$$V_q = v_{ref} \left(\sum v_i / 2 \right) = V_{ref} (V_1/2 + V_2/2 + V_3/3 + \dots + V_n/n)$$

L'amplitude de signal d'erreur:

$$V_q - 1/2\text{LSB} < V_{in} < V_q + 1/2\text{LSB} \dots\dots$$

Tel que :

V_q : Etant la plus petite tension nominale.

$V_{1,2,3,\dots,n}$ valeur binaire (0ou1):

LSB : l'écart signification bit

➤ **plage de conversion (tension de pleine échelle)**

Le convertisseur délivra en sortie un nombre fini de codes numériques, correspondante à une gamme de tension analogique d'entrée bornée, c'est la plage de conversion (ou tension de pleine échelle) des convertisseurs

Ces plages de conversion de conversion seront couramment de 0 à 5 ou encore ± 5 ou ± 10 v.

Il existe aussi d'autres conversions moins utilisées conversion

➤ **Résolution :**

Le signal numérique sera d'autant plus en informations que l'intervalle de tension qui sera codé car le même nombre binaire sera petit, et ceci à plage de conversion donnée.

La résolution du convertisseur A/N sera l'intervalle de tension d'entrée à la quelle coresponsable la valeur théorique, en valeur relative elle s'exprime par la relation suivante :

$$R = 1/2^n = \text{LSB}/V_{\text{référence}}$$

➤ **Dynamique :**

La dynamique d'un signal est le rapport entre la tension maximal et la tension minimale que pourras prendre ce signal.

Pour un convertisseur Analogique-numérique se sera le nombre binaire le plus élever diviser par le plus faible qui est (1 et pas 0 qui correspond à un signal nulle.

Donc le nombre des codes binaires différents qui peut fournir le convertisseur moins un (le zéro).

Si on prend l'exemple d'un convertisseur à huit bits, la dynamique vaut en tout rigueur $2^8 - 1 = 255$.

En pratique, on arrondira ce nombre à une puissance de 2, qui sera le nombre de bite de convertisseur.

Notre convertisseur aura donc une dynamique de 256 qu'on a exprime plutôt sous la forme (huit bits)

➤ **Temps de conversion :**

On définit le temps de conversion, le temps nécessaire pour obtenir en sortie un signal numérique correspondant au signal d'entrée analogique.

Il s'exprime habituellement en μs . Pour connaître la fréquence maximale de conversion aussi le temps nécessaire pour la remise à 0 du convertisseur.

➤ **Précision :**

C'est l'écart existant entre la valeur théorique de tension quantifiée fournie en sortie, et la valeur réelle de tension d'entrée fournie effectivement. Cet écart s'appelle l'erreur.

La précision d'un convertisseur A/N est donnée par la connaissance de l'erreur absolue qui s'exprime généralement en fonction de L.S.B.

Il est généralement de plus au moins $\frac{1}{2}$ L.S.B.

III.8. Les erreurs de conversions :

Les erreurs de conversions d'un convertisseur A/N sont:

- Erreur de quantification.
- Erreur de gain.
- Erreur d'offset.
- Erreur de linéarité.

CHAPITRE IV :

LES INTERFACES

IV.1 : Introduction :

Suivant le genre d'appareils périphériques ; les données sont transmises par des " Interfaces parallèles " ou des " Interfaces sérielles". Avec les interfaces parallèles, les bits de données sont échangés en parallèle ; dans les interfaces sérielles, ils le sont l'un après l'autres.

Dans l'interface sérielle (par exemple : V24 ou RS232), il suffit donc dans le plus simple des cas d'un conducteur à trois fils pour la transmission des données émises, des données reçues et pour la liaison des masses du système.

Les interface parallèle (par exemple : Centronics), huit signaux de données et accessoirement des signaux de commande sont transmis simultanément. Pour cette raison, des conducteurs avec un nombre de fils plus élevé seront nécessaires mais grâce à cela, la transmission des données se passe beaucoup plus rapidement que les interfaces sérielles.

Les PC n'utilise que les signes binaires 1 et 0. Pour représenter toutes les lettre, tous les chiffres, les caractères spéciaux et pour pouvoir émettre différent caractères de commande, on utilise généralement un code binaire à 8 bits.

Chaque signe sera représenté par un groupe de 8 bits ou 1 octet. Les 8 bits permettent de représenter 2^8 (Deux puissances huit) ou 256 signes différents. Les 128 signaux premiers sont réservés comme caractères universels. Les 128 autres patrons peuvent être différents selon les différents systèmes d'exploitation. Les interfaces se représentent en général sous la forme d'une carte intermédiaire entre l'unité centrale et le processus dans le bus, d'effectuer des analyses.

IV.2 : Les caractéristiques d'une transmission de données :

♦ Bus : Il s'agit d'une série de fils électrique par les quelles sont véhiculées, sous forme numérique (Bits) les informations à transmettre.

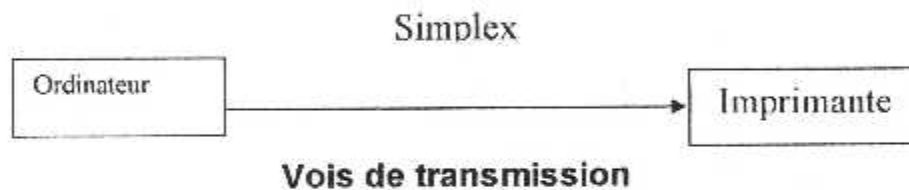
♦ Coupleur de communication : Unité de traitement autonome ayant pour unique fonction de gérer des transmissions de données (envoi, réception, gestion de la ligne de transmission, vérification d'erreurs, etc...).

♦ **Modem** : Fonction identique aux coupleurs de communication mais adaptée aux lignes téléphoniques. Pour faire communiquer plusieurs organes de traitement, il est indispensable de définir un support et un langage compréhensible par ses organes.

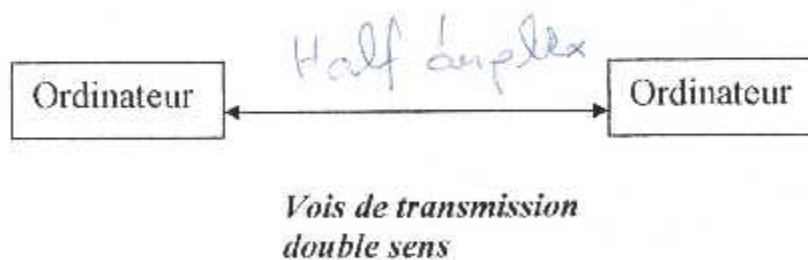
IV.2.1 : Le sens de transmission de données :

On distingue 3 modes de la transmission selon le sens des échanges :

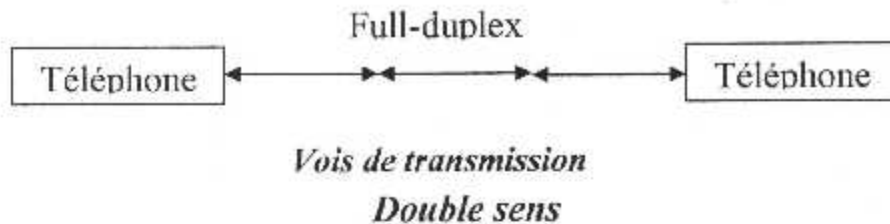
♦ **La liaison simplex** : (mono directionnelles) Caractérise une liaison dans la quelle le flux des données ne va que dans un seul sens. Ce type de transmission est utile lorsque les données n'ont pas besoin de circuler dans les deux sens, il présente l'inconvénient de ne pas s'avoir si tout a été reçu par le destinataire sans erreur. (Par exemple : De l'ordinateur vers l'imprimante ou de la souris vers l'ordinateur, en télex, à la radio et à la télévision).



♦ **La liaison Half-duplex** : (bidirectionnelles alternées) Caractérise une liaison dans la quelle les données circulent dans un sens ou l'autre, mais pas les deux simultanément, chaque extrémité de la ligne peut émet à son tour. Un équipement peut jouer le rôle d'émetteur puis récepteur et vice versa. L'exemple le plus typique est la conversation entre radio amateur ou par Talkie/Walkie.



♦ **La liaison Full-duplex (duplex intégral)** : Caractérise une liaison dans la quelle les données circulent de façon bidirectionnelle et simultanément. Chaque extrémité de la ligne peut émettre et recevoir en même temps. (Par exemple : ligne téléphonique utiliser pour une faible cadence de transmission).



IV.3 : Types de transmission :

La transmission des bits de données peut être véhiculée de deux façons différentes :
En série ou parallèle.

IV.3.1 : Transmission parallèle :

a)- Définition :

On désigne par la liaison parallèle, la transmission simultanée de N bits sur N voies différentes. Ces voies peuvent être :

- * N ligne physique : Chaque bits est envoyé sur une ligne physique (c'est pour cela les câbles parallèles sont composer de plusieurs fils en nappe).
- * Une ligne physique divisée en plusieurs sous canaux : Par la division de la bande passante, ainsi chaque bit est transmis sur une fréquence différente. (Fig :IV-1)

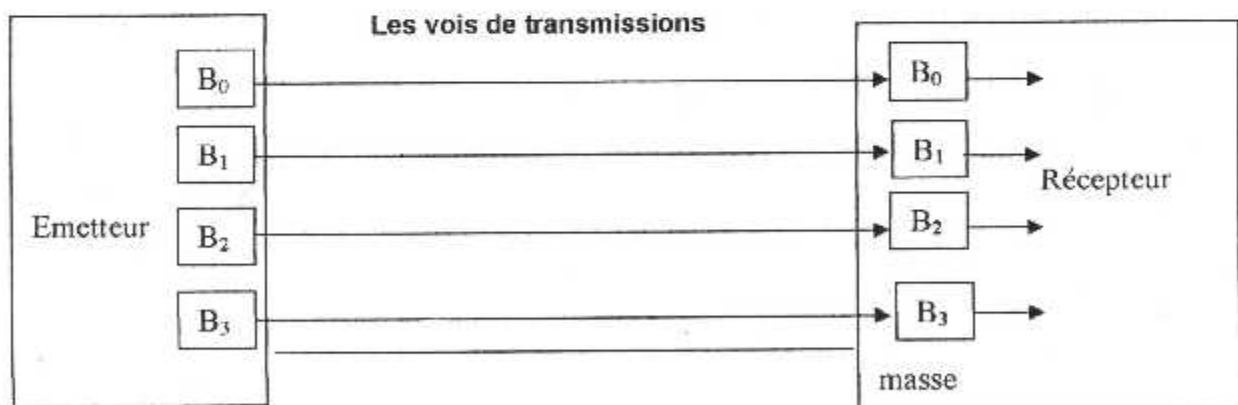


Fig.IV.1 : Transmission de données parallèle.

Ils y a des interfaces qui peuvent être constituées d'un seul circuits intégré TTL. Par ailleurs, certaine techniques d'interfaçage parallèle, telle que le HPIB sont assez compliquées très utilisé en instrumentation et exigent des circuits beaucoup plus élaborés.

b)- Classification :

Les interfaces parallèles peuvent être classées selon deux critères :

- * Le premier est le nombre de bit transmis en parallèle par l'interface (largeur du canal données) qui peuvent varier d'un seul bit à 16 ou 32 bits. La taille la plus courante pour les processeurs est un canal de 8 bits. Cette largeur permet au processeur de transmettre par l'interface un mot de données entier (un octet) à chaque opération.
- * Le second est le type d'asservissement employé pour le transfert de ces bits entre l'ordinateur et le périphérique. Il existe d'asservissement à zéro fil (voir fig.IV.2), un fil (voir fig.IV.3), et en plus il y a des modifications qui concernant la façon dont ces fils sont employé à différente utilisation.

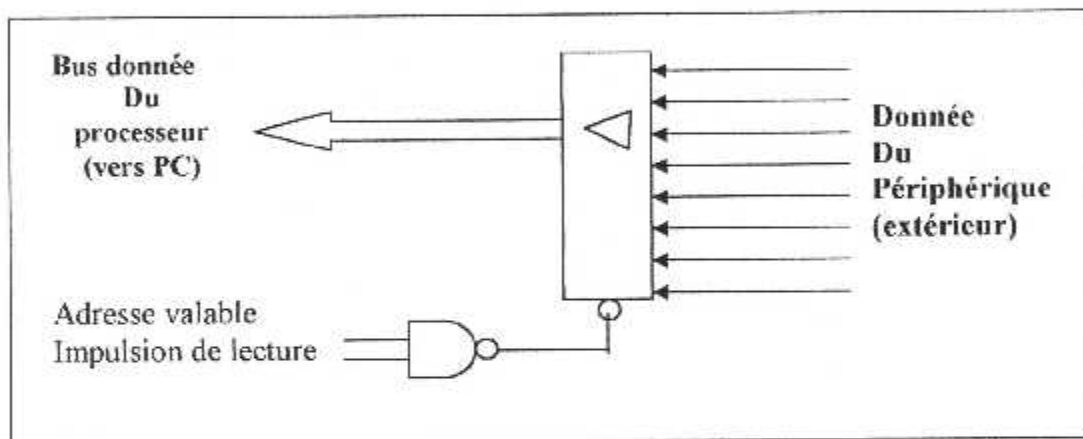


Fig.IV.2 : Circuit d'interface d'entrée sans asservissement.

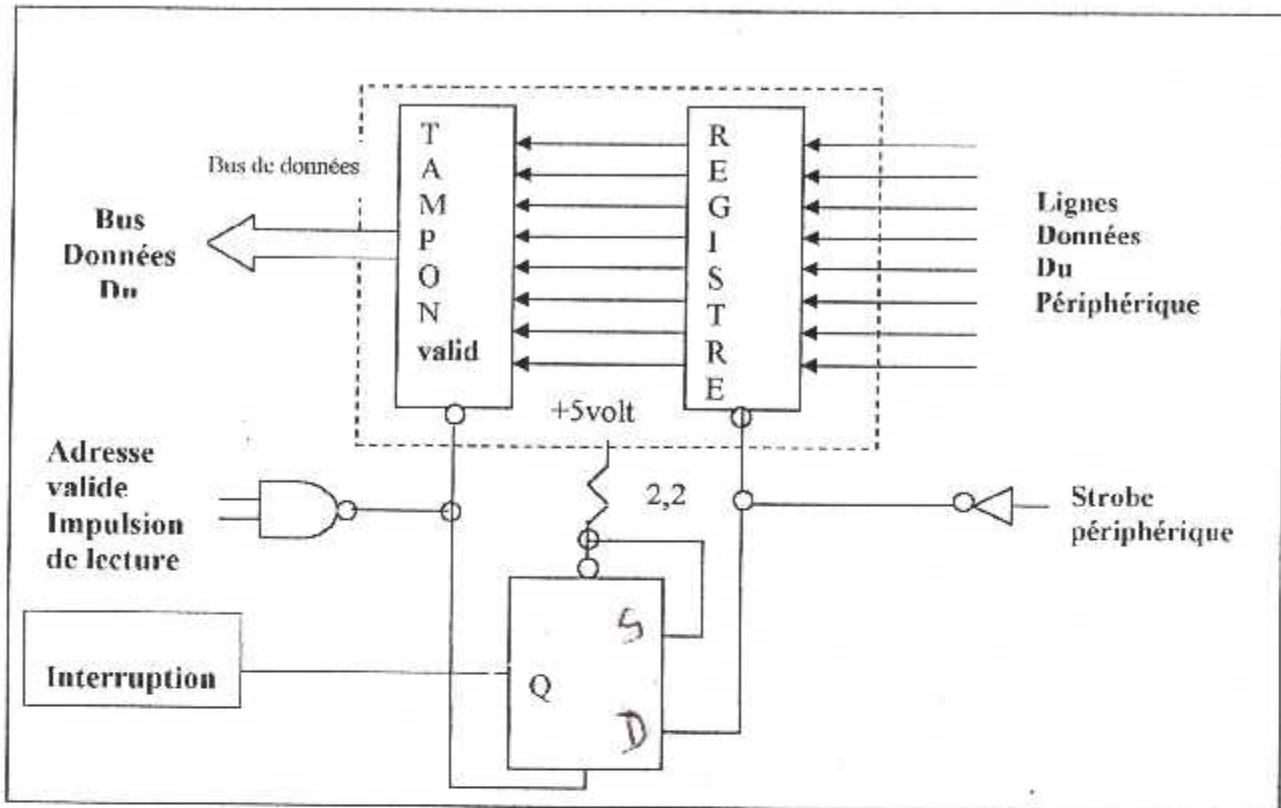


Fig.IV.3 : Circuit d'interface d'entrée à un fil d'asservissement.

c)- Exemple :

Interface à trois fils d'asservissement : interface parallèle CENTRONICS :

Les protocoles d'asservissements à deux fils sont tout à fait suffisants pour interface, un périphérique unique avec un ordinateur. Pour cela en utilisent le troisième fil pour créer un protocole permettant à plusieurs périphériques d'employer la même interface. Nous étudierons un protocole d'asservissement à trois fils : L'interface parallèle centronics.

L'interface parallèle Centronics est un protocole développé par le constructeur d'imprimante centronics. L'interface possède huit (8) lignes de données et trois lignes de signal pour l'asservissement : DATA STROBE, ACKNOWLEDGE et (BUSY).

Le port parallèle du PC a été spécifiquement conçu pour y brancher des imprimantes comportant une interface de communication parallèle pour pouvoir dialoguer avec l'ordinateur. Mais on peut aussi utiliser ce port comme un port général d'entrées-sorties pour une infinité d'autres applications. Le port présente 12 sorties et 4 entrées qui peuvent être accédées par le processeur par des instructions de lecture et d'écriture sur le port désiré. Le port parallèle est rendu disponible grâce à un connecteur de 25 fils de type

(DB25) femelle. Il est situé à l'arrière de l'ordinateur. Il est fait de 25 trous, disposées comme suit : (Fig.IV-4)

Fabrication du câble de liaison sur port parallèle.

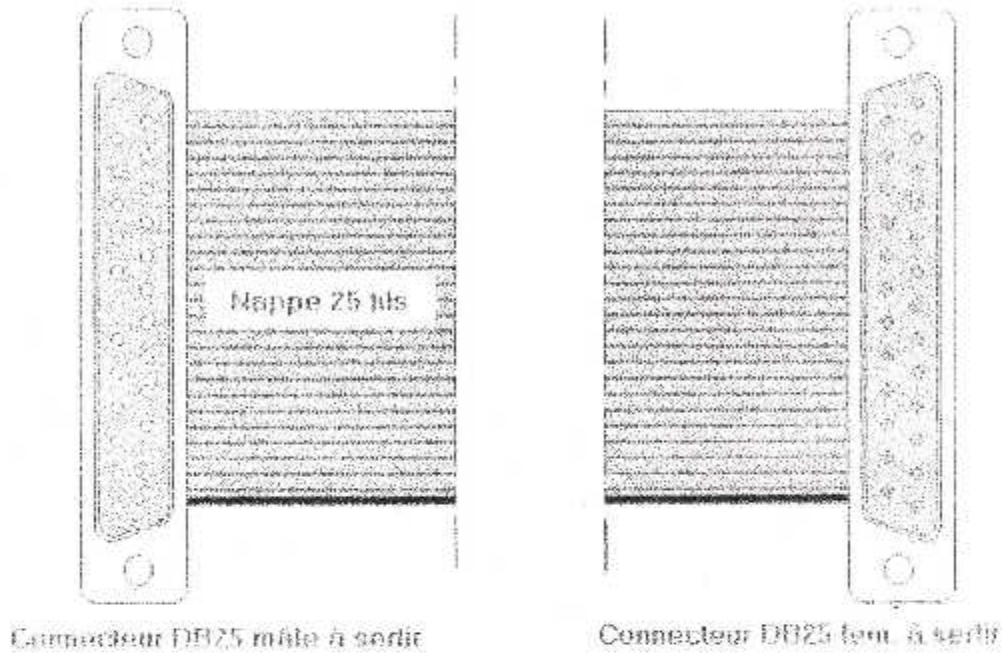


Fig.IV.4 : Le port parallèle (DB25).

L'adresse du port d'imprimante correspond généralement à LPT2. Pour un autre port, on se réfère au tableau 1 suivant :

Port	Registre de données	Registre d'état	Registre de contrôle
LPT1	3BCh	3BDh	3BEh
LPT2	378h	379h	37Ah
LPT3	278h	279h	27Ah

Tableau 1 : Les adresse du port d'imprimant.

Chaque broche a une fonction particulière, relativement à son utilisation et portent chacune à un nom particulier.

Les broches de 18 à 25 sont toutes reliées à la masse.

Voici pour les 3 registres, l'attribution des bits et le numéro correspondant des broches du connecteur DB25 :

REGISTRE DE DONNÉE

BIT	SIGNAL	BROCHE
D7	Data 7	9 (s)
D6	Data 6	8 (s)
D5	Data 5	7 (s)
D4	Data 4	6 (s)
D3	Data 3	5 (s)
D2	Data 2	4 (s)
D1	Data 1	3 (s)
D0	Data 0	2 (s)

REGISTRE D'ETAT

BIT	SIGNAL	BROCHE
D7	Busy	11 (e)
D6	Acknowledge	10 (e)
D5	Paper empty	12 (e)
D4	Select	13 (e)
D3	Error*	15 (e)
D2	IRQ*	/
D1	Réservé	/
D0	Réservé	/

REGISTRE DE CONTRÔLE

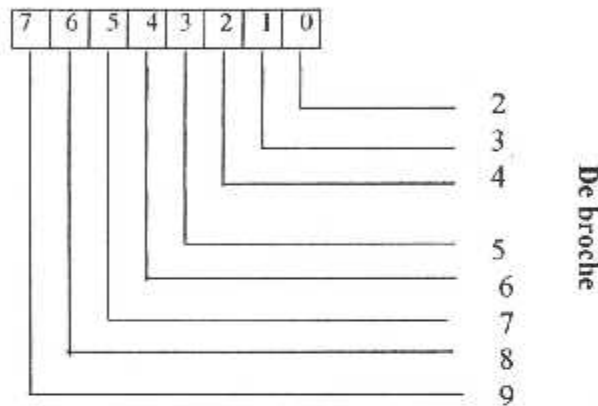
BIT	SIGNAL	BROCHE
D7	Réservé	/
D6	Réservé	/
D5	Direction	/
D4	IRQ Enable	/
D3	Select In*	17 (s)
D2	Initialisation	16 (s)
D1	Auto Feed*	14 (s)
D0	Strobe*	1 (s)

Tableau 2 : Désignation des broches de port parallèle (DB25).

C.1) : Les registres du port parallèle

L'ensemble des pins de la prise DB25 peut être représenté par 3 registres :

◆ **Registre de données** : C'est un registre qui représente par les données à transférer sur les lignes D0 à D7. C'est un registre de huit bits situé à l'adresse 378H, dans notre cas on utilise comme un registre de sortie. (Fig.IV-5).



FigIV.5 : Registre de données (sortie).

◆ **Registre d'état** : C'est un registre d'entrée qui donne l'état de l'interface, situé à l'adresse 379H. (Fig.IV-6).

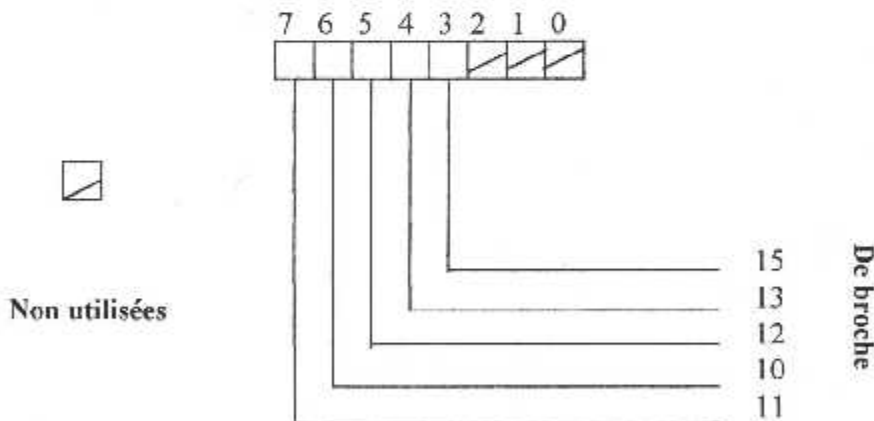


Fig.IV.6 : Registre d'état (entrée).

◆ **Registre de contrôle** : La figure IV.7 mentionne la correspondance des bits avec les broches sortie qui sert à commander imprimante. (Fig.IV-7).

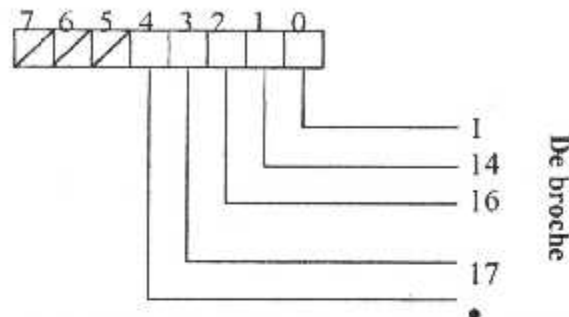


Fig.IV.7 : Registre de contrôle (sortie).

C.2)- Description des signaux caractéristique de l'interface Centronics :

- ◆ **Pin 1 : STROPE** : est une sortie active à l'état bas, indiquant à l'imprimante que les lignes de donnée portent des informations valables.
- ◆ **Pin de 2 à 9** : Bits de données D0 à D7 (data en sortie). L'octet sera transmis vers l'imprimante (par exemple un caractère à imprimer).
- ◆ **Pin 10 : ACKNOWLEDGE** : Une entrée activée à l'état bas, signifiant que l'imprimante est prête à recevoir la donnée qui suit.
- ◆ **Pin 11 : BUSY** : Une entrée activée à l'état haut, signifiant que l'imprimante n'est pas libre (occupée).
- ◆ **Pin 12 : PAPER EMPTY** : Une entrée activée à l'état haut, signifiant que l'imprimante n'a plus de papier.
- ◆ **Pin 13 : SELECT** : Une entrée activée à l'état haut, signifiant que l'imprimante est prête à imprimer.
- ◆ **Pin 14 : AUTOFEED** : Saut de ligne automatique une entrée activée à l'état bas.
- ◆ **Pin 15 : ERREUR** : Une entrée activée à l'état bas, signifiant que l'imprimante vient de rencontrer une erreur.

- ♦ **Pin 16 : RESET** : Une entrée activée à l'état haut, signifiant l'initialisation de l'imprimante.
- ♦ **Pin 17 : SELETIN** : Une entrée activée à l'état bas, signifiant de mettre l'imprimante en service.
- ♦ **Pin de 18 à 25 : GND** : La masse des circuit de l'imprimante, Elle doit être connectée à celle du PC.

IV.3.2 : Transmission série :

a)- Définition :

La liaison parallèle exige beaucoup de ligne, ce qui se traduit par consommation importance de fils cuivre de connecteurs, buffet, synchronisation des données ... etc.

De ce faite la transmission série est venue pour remédier à l'inconvénient présenté par les liaisons parallèles surtout dans les cas des grandes distances.

Dans ce type de transmission, l'information est véhiculée sur un seul fil, bit par bit, selon une fréquence propre à la voie de transmission. Ce procédé met beaucoup de temps pour arrivera à la destination choisie, ceci est compensé par le fait qu'elle revient beaucoup moins chère que l'autre type de transmission. Généralement c'est ce facteur qui motive les concepteurs à opter pour telle ou telle communication. (Fig.IV-8).

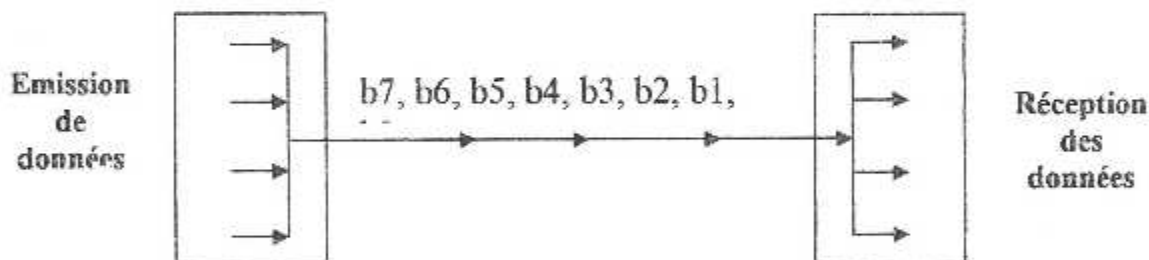


Fig.IV.8 : Transmission de données série.

Ces opération sont réalisées grâce à un contrôleur de communication (la plupart du temps une puce *UART, Universal Asynchronous Reseiver Transmitter*). Le contrôle de communication fonction de la façon suivante :

- ♦ **La transformation parallèle série** : Se fait grâce à un registre de décalage.

Le registre de décalage permet, grâce à une horloge, de décaler le registre (l'ensemble des données présentes en parallèle). D'une position à gauche, puis d'émettre le bit de poids fort (celui le plus à gauche) et ainsi de suite : (Fig IV-9).

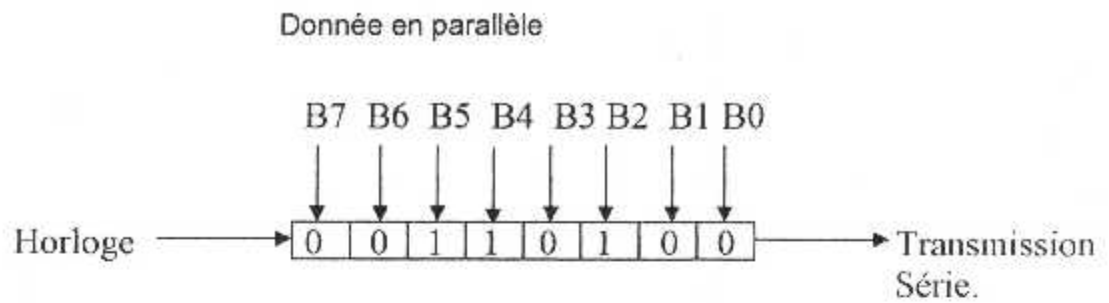


Fig.IV.9 : La transformation parallèle série.

♦ **La transformation série parallèle** : Se fait Quasiment de même façon grâce au registre de décalage. Le registre de décalage permet de décaler le registre d'une position à gauche à chaque réception d'un bit, puis d'émettre la totalité du registre en parallèle lorsque celui-ci est plein et ainsi de suite : (Fig.IV-10)

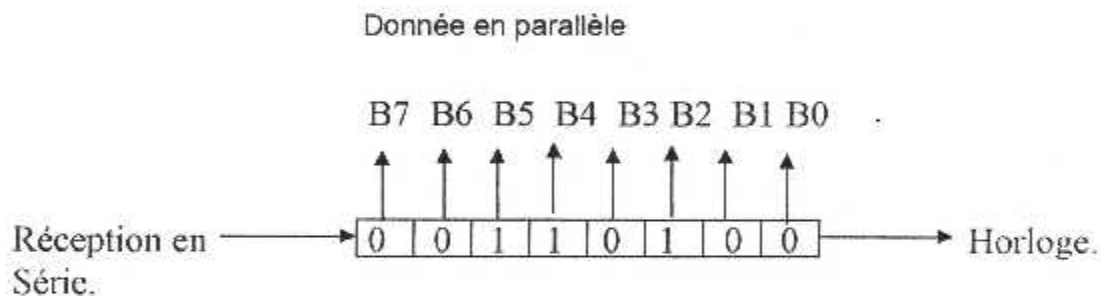


Fig.IV.10 : La transformation série parallèle.

b) : Exemple : La norme RS232C :

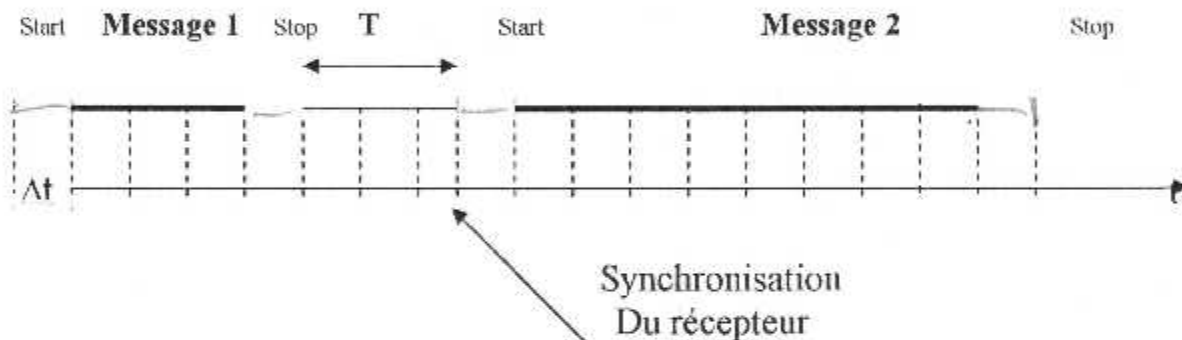
Parmi les techniques de transmissions, la plus ancienne est celle se faisant selon le mode série ; c'est la première technique d'entrée/sortie qui permet de relier deux équipements de traitement de l'information. Très utilisée dans le contrôle industriel.

IV.4 : transmission synchrone et asynchrone :

La liaison de type parallèle donne des problèmes de distance, c'est la liaison série qui est le plus utilisée. Toutefois, puisque un fil transporte l'information, il existe un problème de synchronisation entre l'émetteur et le récepteur, c'est-à-dire que le récepteur ne peut pas a priori distinguer les caractères (ou même de manière plus générale les séquences de bits). Car les bits sont envoyés successivement. Il existe donc deux types de transmission permettant de remédier à ce problème : les systèmes logiques de transmission *synchrone* ou *asynchrone*.

- **Systeme asynchrone** : dans ce mode, le temps qui sépare l'envoi de deux messages peut être quelconque. Dans laquelle chaque caractère est émis de façon irrégulière dans le temps (par exemple un utilisateur qui envoie en temps réel des caractères à travers le clavier) Par exemple, le lecteur peut consulter des fiches techniques des portes logiques pour se faire une idée des ordres de grandeurs de ces délais. Dans ce cas, le système est asynchrone : le temps est continu car la sortie peut être lue n'importe quel moment.

Afin de remédier à ce problème, la synchronisation est assurée par des bits supplémentaires appelés **bit START** et **bit STOP** qui encadrent le message à transmettre (chaque caractère précédé d'une information indiquant le début de la transmission du caractère (*bit START*) et sera terminé par l'envoi d'une information de fin de transmission (*bit STOP*), il peut éventuellement y avoir plusieurs bits STOP). (Fig.IV-11).



Δt : Temps nécessaire pour l'envoi d'un bit.

T : Temps quelconque entre l'envoi du message 1 et le message 2.

Fig.IV.11.la liaison asynchrone.

Le principal inconvénient de la transmission asynchrone est la reconnaissance des informations au niveau du récepteur, car il peut exister la différence entre les horloges de l'émetteur et du récepteur. C'est pourquoi chaque envoi de données doit se faire sur une période assez longue pour que le récepteur la distingue. Ainsi la vitesse de transmission ne peut pas être très élevée dans une liaison asynchrone. (Fig.IV-12)

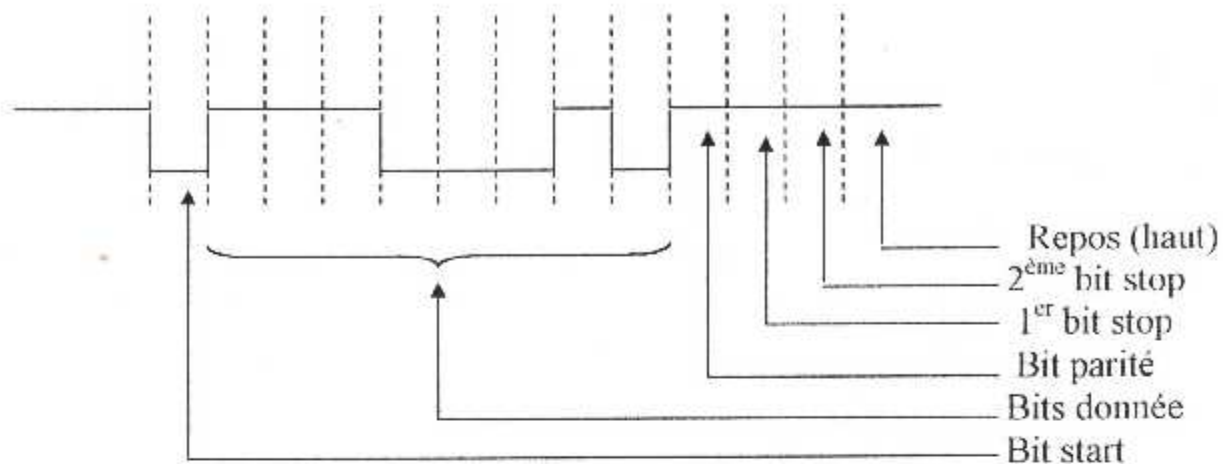
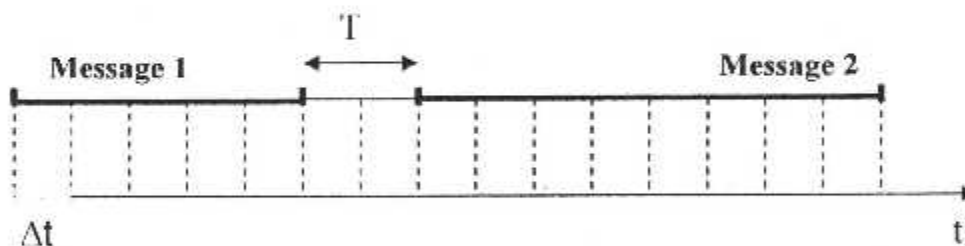


Fig.IV.12 : Allure du caractère dans la transmission asynchrone.

- **Systeme synchrone** : Le temps qui sépare l'envoi de deux message dans le mode synchrone doit être un multiple entier du temps nécessaire pour envoyer un élément d'information binaire (bit). L'émetteur et récepteur sont cadencés à la même fréquence. Le récepteur reçoit de façon continue les informations au rythme ou l'émetteur les envoie. C'est pourquoi il est nécessaire que l'émetteur et le récepteur soient cadencés à la même vitesse. De plus, des informations supplémentaires sont insérées afin de garantir l'absence d'erreur lors de la transmission.



Δt : Temps nécessaire pour l'envoi d'un bit.

T : Temps entre l'envoi du message 1 et le message 2, multiple entier de Δt .

Fig.IV.13.la liaison synchrone.

Lors d'une transmission synchrone, les bits sont envoyés de façon successive sans séparation entre chaque caractère, il est donc nécessaire d'insérer des éléments de synchronisation, on parle alors de synchronisation au niveau caractère.

Les liaisons synchrones sont utilisées en téléinformatique pour transporter des messages à vitesse importante. (Fig.IV-13).

CHAPITRE V :

La réalisation

V.1 : Introduction :

Tous les systèmes de communication ont deux parties essentielles qui la constituent :

- ♦ Un bloc émetteur ;
- ♦ Un bloc récepteur ;

Ainsi, le protocole de communication entre un système analogique (par exemple capteur) et l'ordinateur se fait à l'aide d'une interface qui permet d'adapter le signal analogique aux entrées de PC.

V.2 : Présentation :

La figure (V-1) montre le schéma synoptique global de fonctionnement du système.

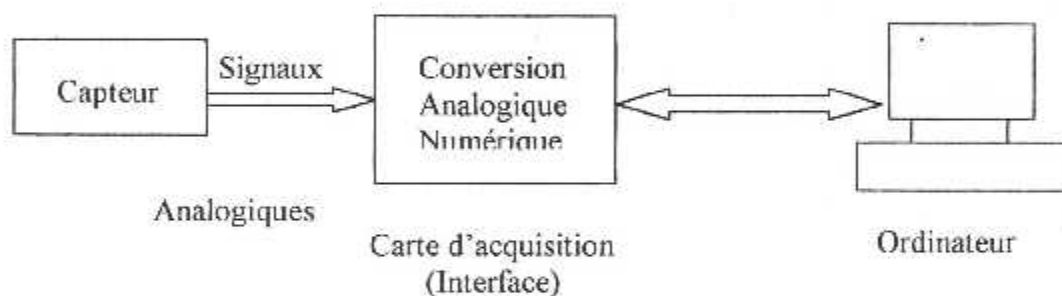


Fig. (V-1) : Schéma synoptique globale.

La figure (V-1) montre que, notre travail consiste à exploiter le signal analogique (Tension variable dans le temps qui vient d'un capteur après l'amplification), afin de le visualiser sur l'ordinateur (le degré de pressurisation cabine);

La conversion est constituée d'un bloc d'acquisition, ce bloc sert à numériser le signal analogique ;

Dans un premier temps, le signal est converti en une valeur numérique puis sera traité (Converti en PSI) est enfin affiché sur un moniteur ;

Donc notre réalisation comporte deux parties importantes :

- ♦ La partie HARD :

Elle présente les différents dispositifs électroniques, qu'on utilise pour véhiculer les informations ;

♦La partie SOFT :

Elle gère les signaux nécessaires issus du PC et de l'interface pour pouvoir les interpréter ;

Pour notre application on a choisi comme un langage de programmation, le DELPHI.

V.3 : Réalisation de la carte d'acquisition (Partie Hard) :

V.3.1 : principe de fonctionnement général de la carte :

Avant que la tension analogique ne soit convertie puis envoyée vers l'ordinateur elle passe par des blocs, dont le schéma synoptique est représenté sur la figure (V-2) .

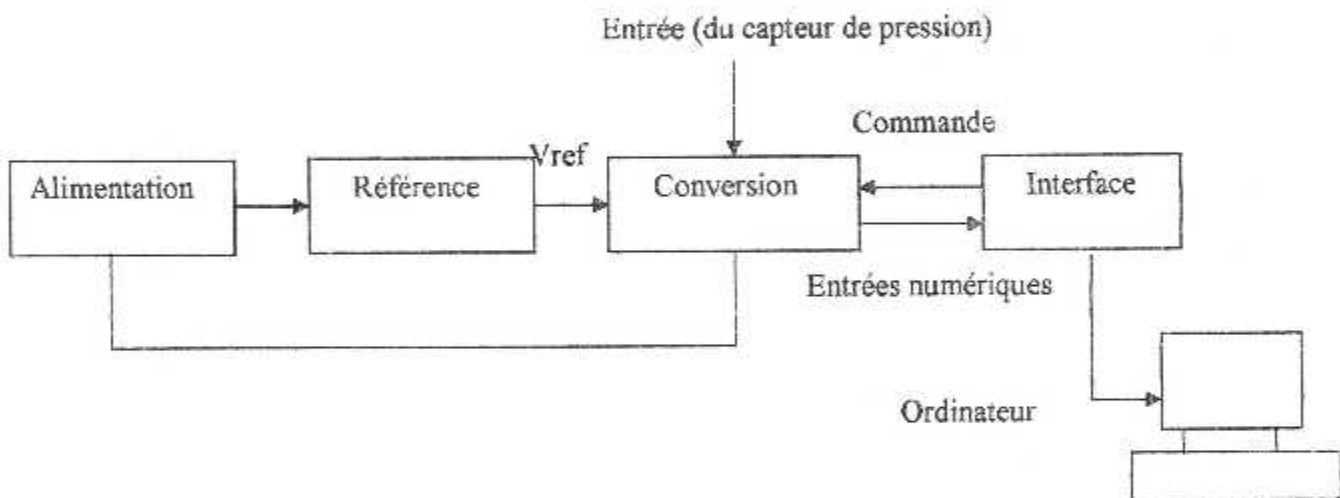


Fig. (V-2) : Schéma synoptique de la carte d'acquisition.

➤Alimentation :

L'alimentation de la carte est délivrée par un régulateur basse tension positif de la famille 78XX ;

Rappelons le terme <XX> indique la valeur de la tension typique du régulateur ;

Le schéma de principe ci-dessous (figure V-3) représente l'application typique d'un tel régulateur positif de la série 78XX ;

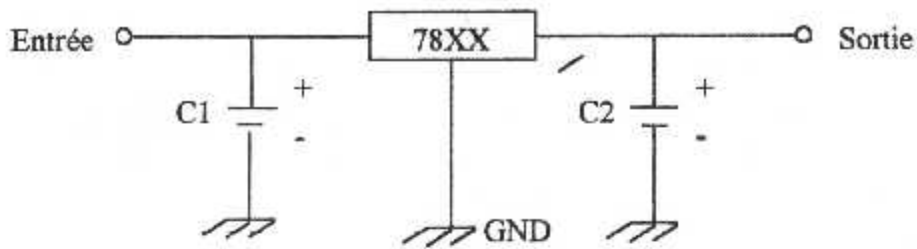


Fig. (V-3): Schéma de principe de circuit LM78XX.

Le condensateur d'entrée C1 est nécessaire lorsque le régulateur se trouve à une distance appréciable du filtre de l'alimentation et C2 pour éliminer des parasites de hautes fréquences. Dans notre réalisation, on utilise le circuit régulateur 7805 (tension de 5V).

➤ Bloc de référence :

Le bloc de référence fournit la tension de référence du convertisseur A/N.

➤ Bloc de conversion :

Le convertisseur A/N utilisé est un convertisseur des approximations successives (voir chapitre de convertisseurs), l'aboutissement s'exprime sous la forme d'un mot de 8 bits d'une valeur comprise entre 0 et 255 ;

La liaison de la carte avec le PC se fait parallèlement.

La tension de référence de convertisseur A/N est fournit grâce à la diode intégré de type LM336 (voir figure VI-5) et le potentiomètre de réglage $R=10K\Omega$ qui doit être de 2,5 V.

Conversion Analogique/Digitale sur 8 Bits avec le FLC 543.

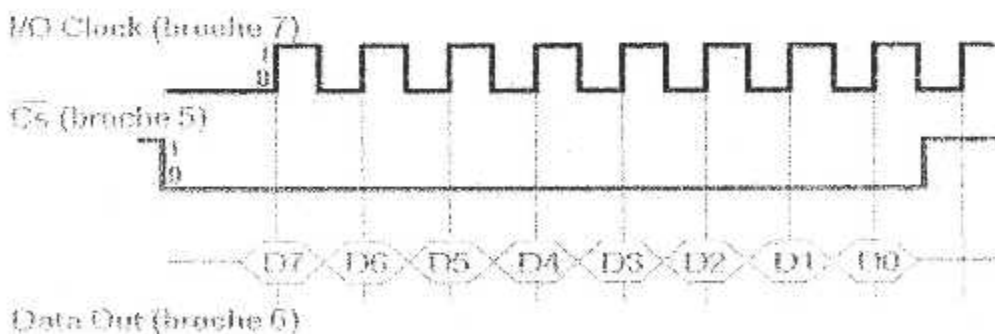


Fig. (V-4) : Signal sortie de convertisseur A/N.

V.3.2 : Schéma électrique :

La figure (V-4) représente le schéma électronique (développé) de la carte d'acquisition.

L'alimentation 5V de la carte est délivrée par un régulateur de type 7805 qui alimente le convertisseur Analogique / Numérique.

Une pile de 9V rend ce montage autonome, la moitié la tension d'alimentation est stabilisée à l'aide d'une diode programmable (diode zener variable) LM336 qui alimente les circuits Analogique / Numérique par les barres 1 (figure V-4).

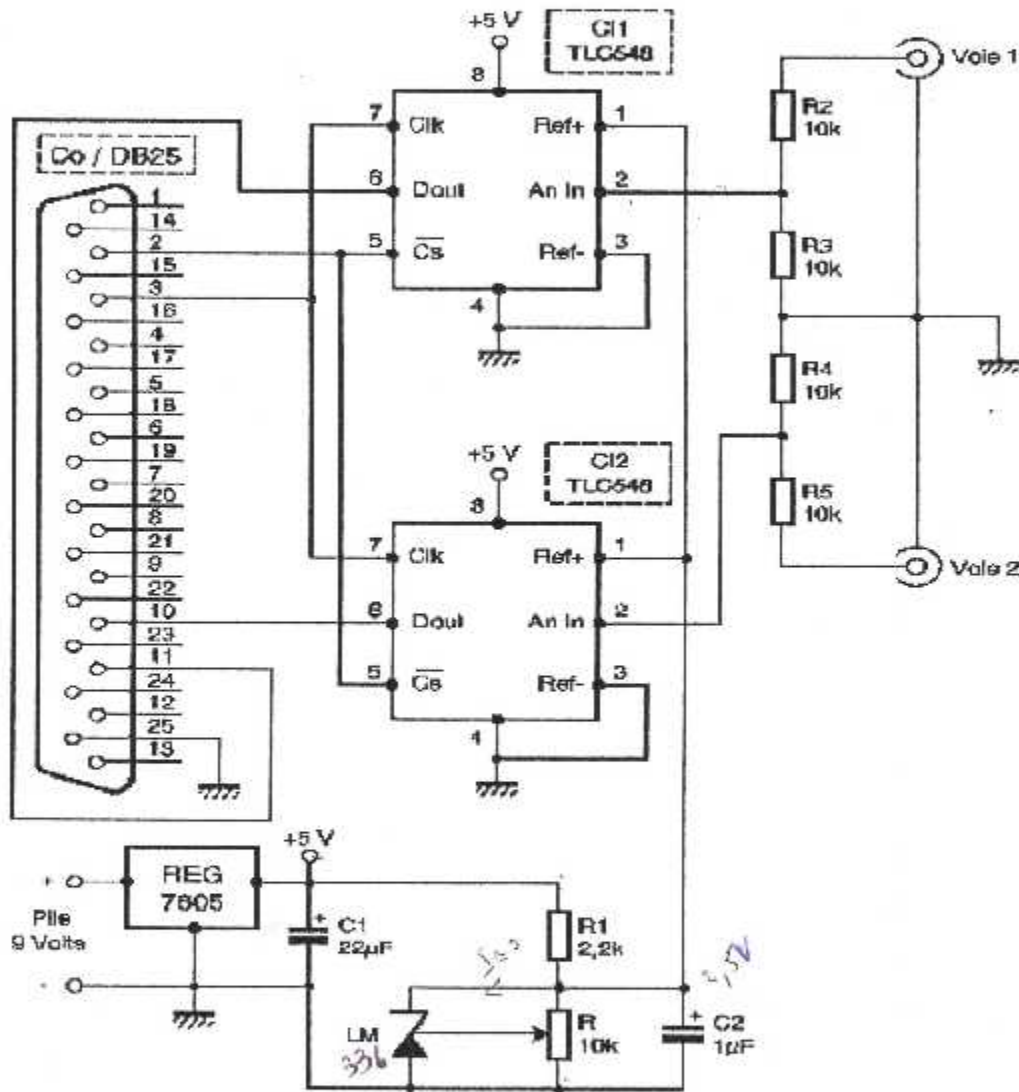


Fig. (V-5) : Le schéma électronique développé de la carte d'acquisition.

V.3.3 : Partie stabilisation :

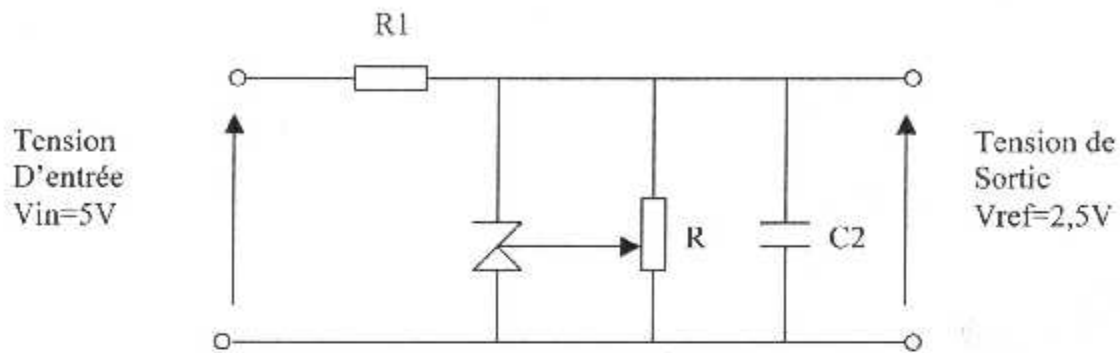


Fig. (VI-6) : Schéma de principe de circuit LM336.

Le circuit LM336 c'est un circuit qui sert à réguler une tension
le principe de son fonctionnement est détaillé en annexe
la tension de référence 2.5V est donné par le constructeur

• Donc les valeurs de R et $R1$ ($10K\Omega$ et $2,2K\Omega$) ainsi que $C2= (1\mu f)$ sont choisi par le constructeur ;

Ce signal de référence $V_{ref}=2,5V$ est envoyée vers le convertisseur A/N.

Le circuit de conversion Analogique/Digital de type TLC 548 se trouve au cœur de cette réalisation, ce circuit à huit broches; (figure V-7).

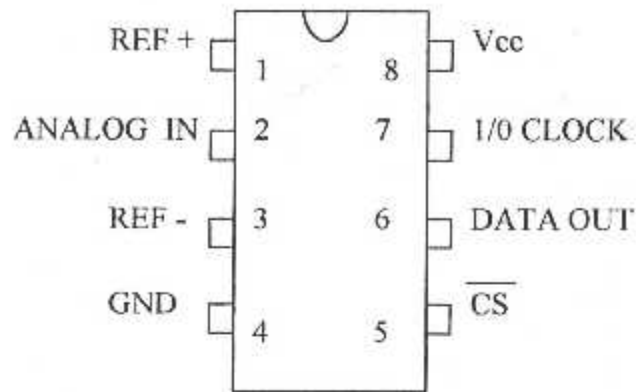


Fig. (V-7) : Brochage de TLC548.

• Les broches 1 et 3 alimentées respectivement des tensions +2,5 et 0V, la mesure s'effectue via la broche 2 et ces résultats sont délivrés par la broche 6 de sortie des données (DATA OUT) ;

Le choix du convertisseur TLC548 est dû à ses caractéristiques à notre conception (voir tableau A) ;

• Le TLC548 est un circuit CMOS et compatible TTL, utilisant la méthode des approximations successives ;

PARAMETRE	TLC548
Résolution	8 (Bit)
Gamme de tension	3 a 6 (V)
Data-Bus Interface (bits)	Serial
Entrée analogique	1
Puissance (typique)	15(mW)
Puissance maximum consommé	9(mW)
Vref (Int/Ext)	Ext(2,5V)
Temps de conversion	17 (µs) max
Erreur totale	±0,5 (LSB) max
Total accès et cycles de conversion par seconde	Jusqu'à 45 500
Fréquence maximum (I/O) CLK externe	2,048 (MHZ)
Fréquence typique externe de clock	4(MHZ)

Tableau (A).

L'acquisition de mot binaire (sortie de TLC548) s'obtient en plaçant à l'état bas \overline{CS} (sélection de boîte), puis en appliquant un signal d'horloge ;

Le circuit de commande de TLC548 est géré par software (DELPHI) afin de donner le signal d'horloge et \overline{CS} , qui sont délivrées par les sorties D0 et D1 du registre de données parallèle de l'imprimante ;

La lecture des données envoyées par le TLC548 ne nécessite qu'une seule entrée du registre d'état de l'imprimante, donc la lecture effectuée successivement sur puis sur l'autre (BUSY et ACK) afin d'obtenir le résultat des deux conversions ;

Le signal d'entrée varie de 0 à 5V passe à travers d'un point diviseur de tension composé de deux résistances (R_2 et R_3) afin de mettre à niveau les tensions qui ne doivent en aucun cas excéder la valeur de 5V.

V.3.3 : Calcul des éléments du circuit d'entrée (calibre) :

Calcul de R_3 et R_4 pour l'entrée 1 :

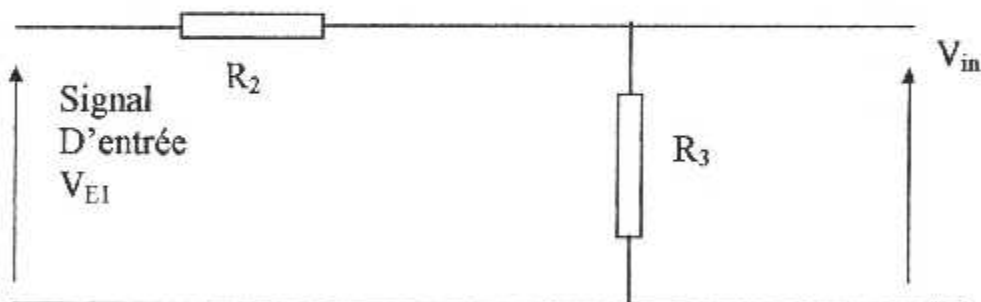


Fig. (V-8) : Schéma d'entrée :

D'après la figure (V-8), on a :

$$V_{in} = R_3 \cdot I \dots\dots\dots (I).$$

$$V_{EI} = (R_2 + R_3) \cdot I \dots\dots\dots (I).$$

$$I = \frac{V_{EI}}{R_2 + R_3}$$

$$V_{in} = \frac{R_3}{R_2 + R_3} V_{E1}$$

Comme on a choisi $V_{ref} = 2,5V$ et la tension maximum $V_{E1} = 5V$ donc :

$$V_{in} = 2,5V. \text{ C'est-à-dire } V_{in} = \frac{1}{2} V_{E1}.$$

$$\Leftrightarrow \frac{R_3}{R_2 + R_3} = \frac{1}{2} \Leftrightarrow R_2 + R_3 = 2R_3 \Leftrightarrow R_2 = R_3.$$

Le même calculs pour l'entrée 2 on obtient : $R_2 = R_4$.

Donc on prend $R_2 = R_3 = R_4 = R_5 = 10K\Omega$.

V.4 : Elaboration du logiciel :

V.4.1 : Introduction :

Le fonctionnement d'une carte d'acquisition nécessite des signaux d'asservissement, ces signaux peuvent être générés soit par un circuit séquentiel soit par un software.

C'est le cas le plus général pour la plupart des cartes pour notre application la deuxième solution est choisie et c'est pour ce la on utilise le langage de programmation DELPHI5.

V.4.2 : Pourquoi le DELPHI 5 ?

On a choisi le Delphi5 à cause de son environnement de développement de type RAD (rapide application développement) basé sur le langage pascal. Ce langage il permet de réaliser rapidement et simplement des applications de Windows.

Cette rapidité et cette simplicité de développement sont dues à une conception visuelle de l'application. DELPHI propose un ensemble très complet de composants visuels prêts à l'emploi incluant la quasi-totalité des composants Windows (boutons, boîte de dialogue, menus, barre d'outils...) ainsi que des experts permettant de créer facilement divers types d'applications et de bibliothèques.

V.4.3 : Les composants utilisées pour notre application :

Dans notre application on a utilisés les composants suivants :

*Tlabel :

Tlabel est un contrôle non fenêtré qui affiche du texte dans une fiche, ce texte peut être utilisé pour libeller un autre contrôle et peut attribuer la focalisation à ce contrôle quand l'utilisateur saisit un raccourci clavier ;

*TbitBin :

TbitBin est un contrôle bouton poussoir qui peut contenir une image ;

*Timage :

Timage affiche une image graphique.

V.4.4 : La fiche principale :

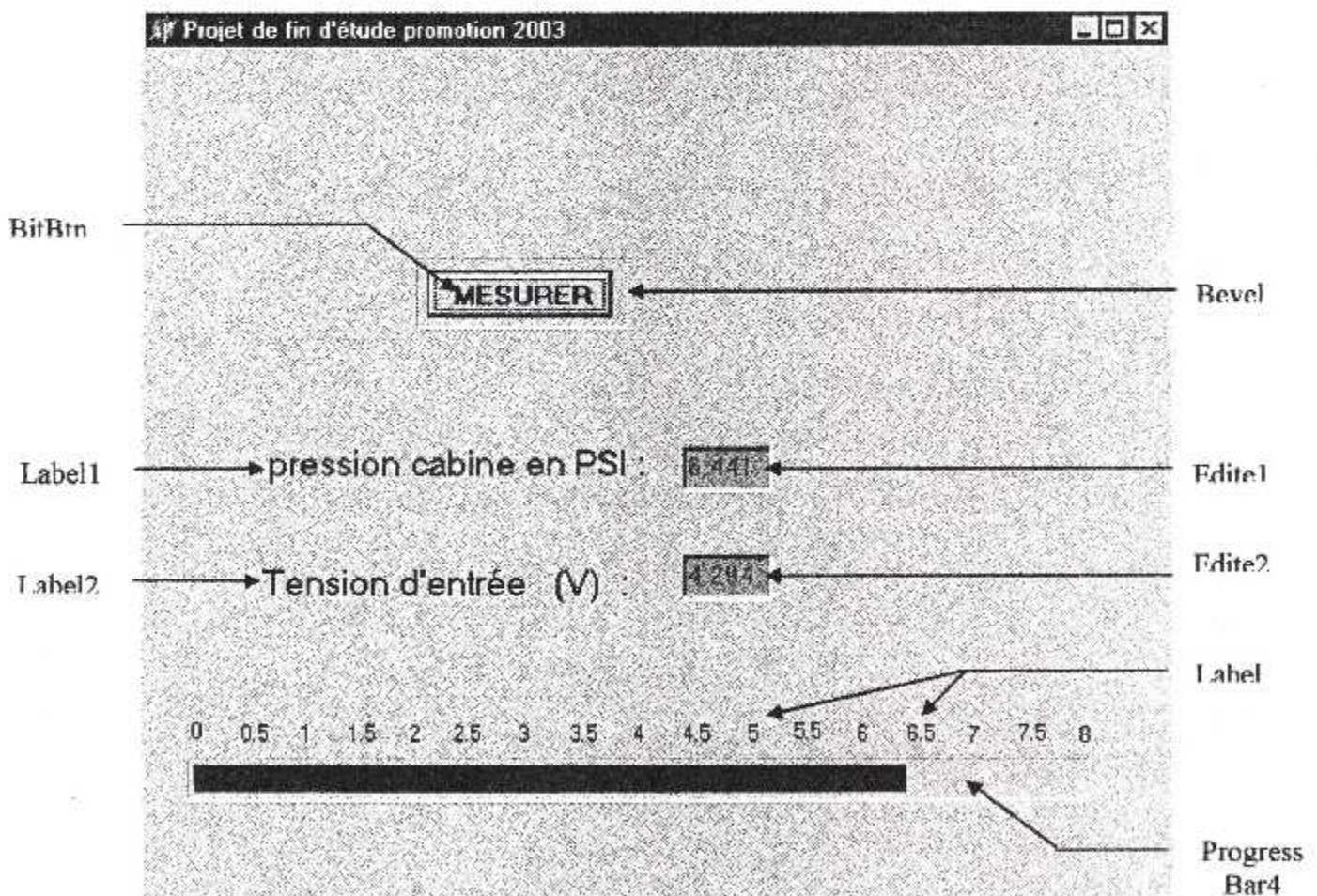


Fig :(VI-7) : La fiche principale :

Le fonctionnement de cette fiche est expliqué par l'organigramme principal.

V.4.5 : L'organigramme :

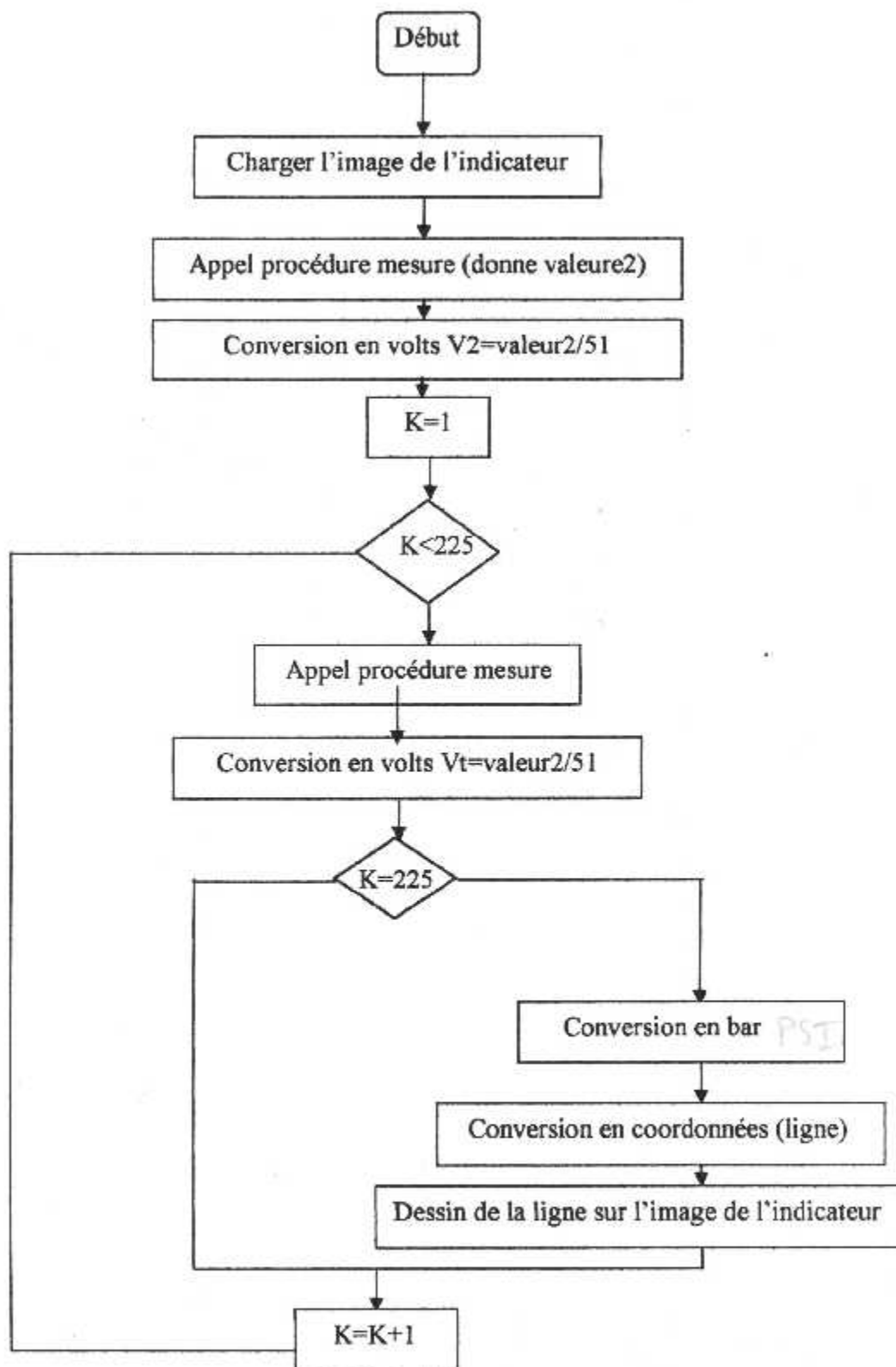


Fig (VI-8) : L'organigramme.

V.4.6 : Le programme :

Unit Unit2003;

Interface

uses

Windows, Messages, SysUtils, Classes, Graphics, Controls, Forms, Dialogs,
StdCtrls, Buttons, ExtCtrls, ComCtrls;

type

```
TForm1 = class(TForm)
  Bevel2: TBevel;
  Label1: TLabel;
  Label2: TLabel;
  BitBtn1: TBitBtn;
  Edit2: TEdit;
  ProgressBar4: TProgressBar;
  Label3: TLabel;
  Label4: TLabel;
  Label5: TLabel;
  Label6: TLabel;
  Label7: TLabel;
  Label8: TLabel;
  Label9: TLabel;
  Label10: TLabel;
  edit1: TEdit;
  procedure active_sortie;
  procedure lire_les_entrees;
  procedure mesure;
  procedure BitBtn1Click(Sender: TObject);
private
  { Déclarations privées }
public
  { Déclarations publiques }
end;
```

var

Form1: TForm1;

implementation

{ \$R *.DFM }

var

```
entree,sortie:smallint;
bit,valeur1,valeur2:integer;
procedure TForm1.active_sortie;
begin
  asm
    mov dx, 0378h
    mov ax, sortie
```

```

out dx, al
end;
end;
procedure TForm1.lire_les_entrees;
begin
asm
mov dx, 0379h
in al, dx
mov entree, al
end;
end;
procedure TForm1.mesure;
var i,valeur_bit,valeur_bit1,valeur_bit2:integer;
begin
valeur2:=400;
valeur_bit:=1;
valeur_bit1:=1;
valeur_bit2:=1;
for i:=1 to 8 do
begin
sortie:=0;
active_sortie;
sortie:=2;
active_sortie;
lire_les_entrees;
if(entree and 128)=128 then bit:=1 else bit:=0;
valeur1:=valeur1+(valeur_bit1*bit);
if(entree and 64)=64 then bit:=0 else bit:=1;
valeur2:=valeur2+(valeur_bit2*bit);
valeur_bit:=valeur_bit*2;
end;
end;

procedure TForm1.BitBtn1Click(Sender: TObject);
var
v2,vt2:real;
K:integer;
begin
mesure;
vt2:=valeur2/51;{passage du binaire vers valeur de tension }
v2:=vt2;
K:=1;
while K<255 do
begin
mesure;
vt2:=valeur2*(7.5/255); { partie de conversion tension - pression }
if K=254 then
begin
Edit1.Text:= floattostr(vt2) ;
Edit2.Text:="+floattostr(v2);
progressBar4.Position:=round(vt2*10);

```

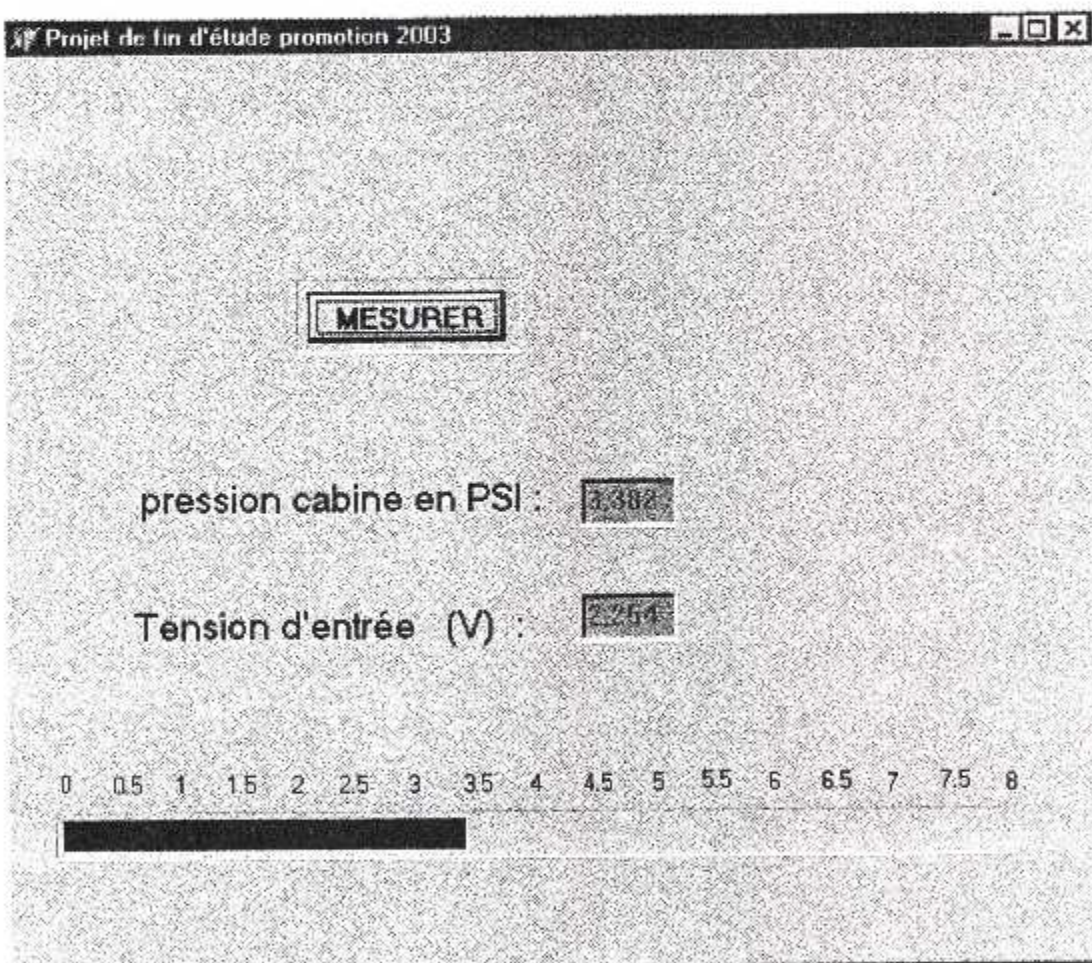
```
end;  
K:=K+1;  
end;  
Application.ProcessMessages;  
end;  
end.
```

V.4.7 : Les essais :

On applique une tension à l'entrée de la carte d'acquisition (entrée1) qui est bronché avec le fil (DB25) au port de l'imprimante et on exécute le programme.

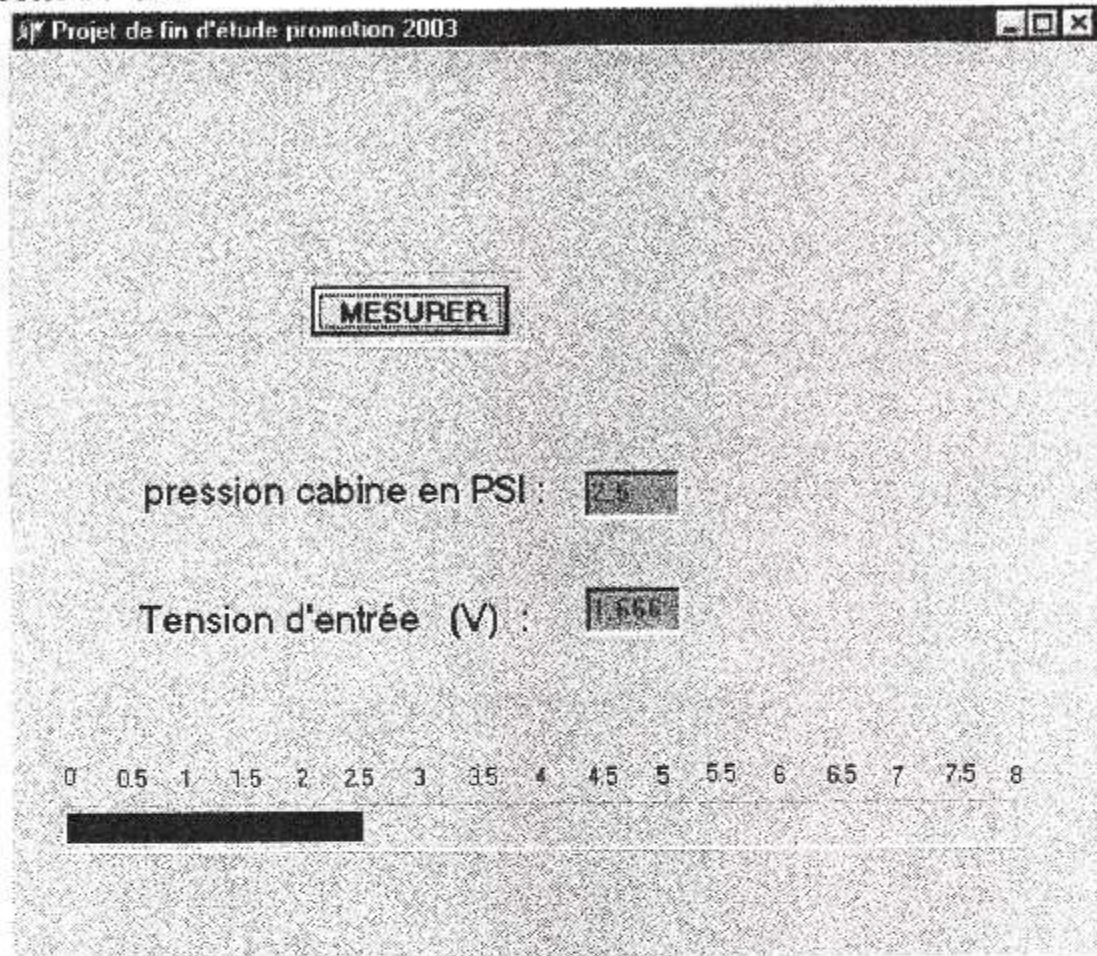
Les résultats des essais sont les suivant :

Essai N° :1



Après avoir exécuté le programme on a ces deux résultats :

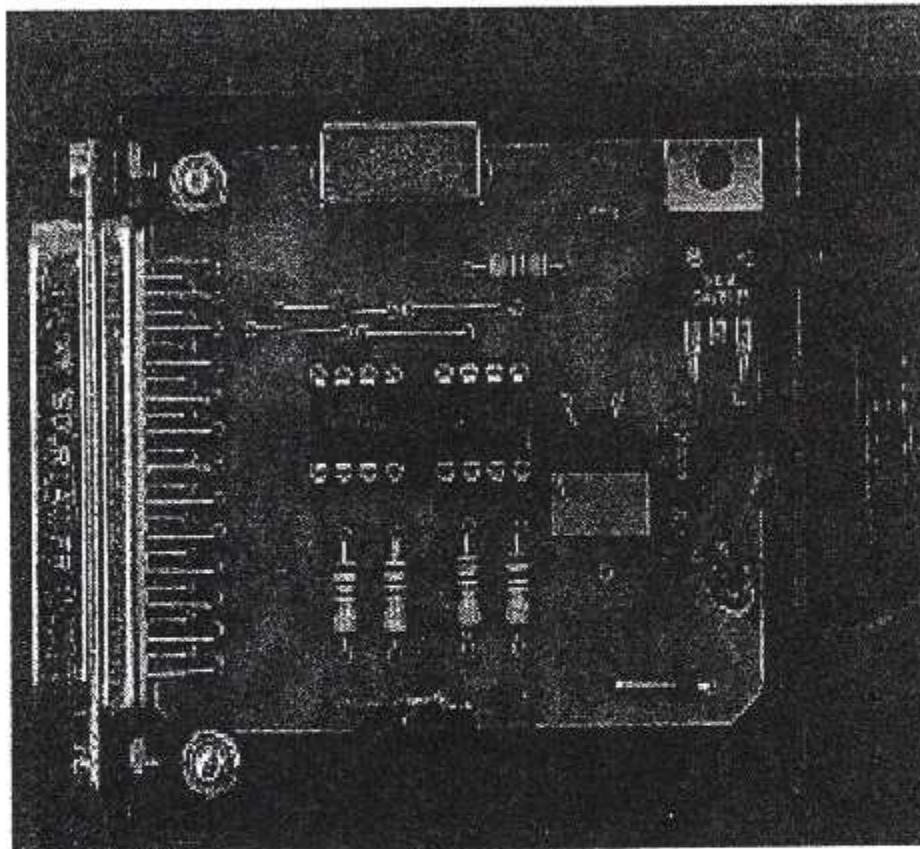
- 1- La pression cabine qui est égale à 3,36 PSI.
- 2- La tension d'entrée égale 2.25 V

Essai N° :2.

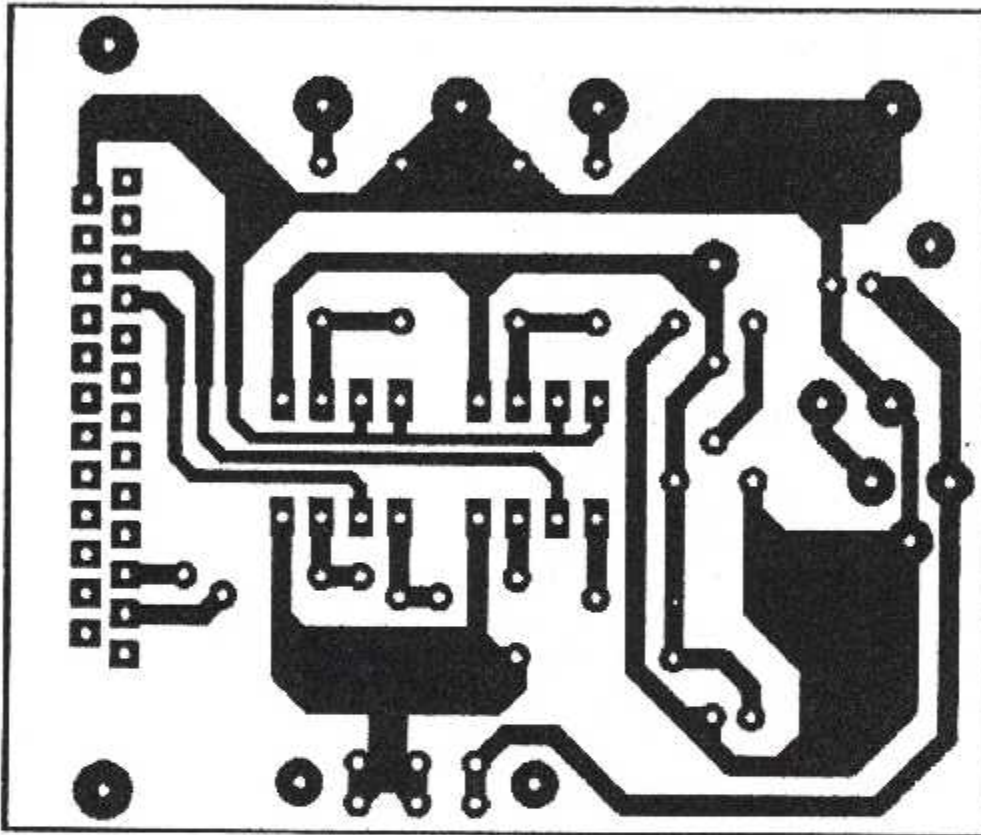
Pour le deuxième essai après avoir chargé avec la valeur 115 on a obtenu les valeurs suivantes :

- 1- La pression cabine qui est égale à 2,5 PSI.
- 2- La tension D'entrée égale 1,66 V

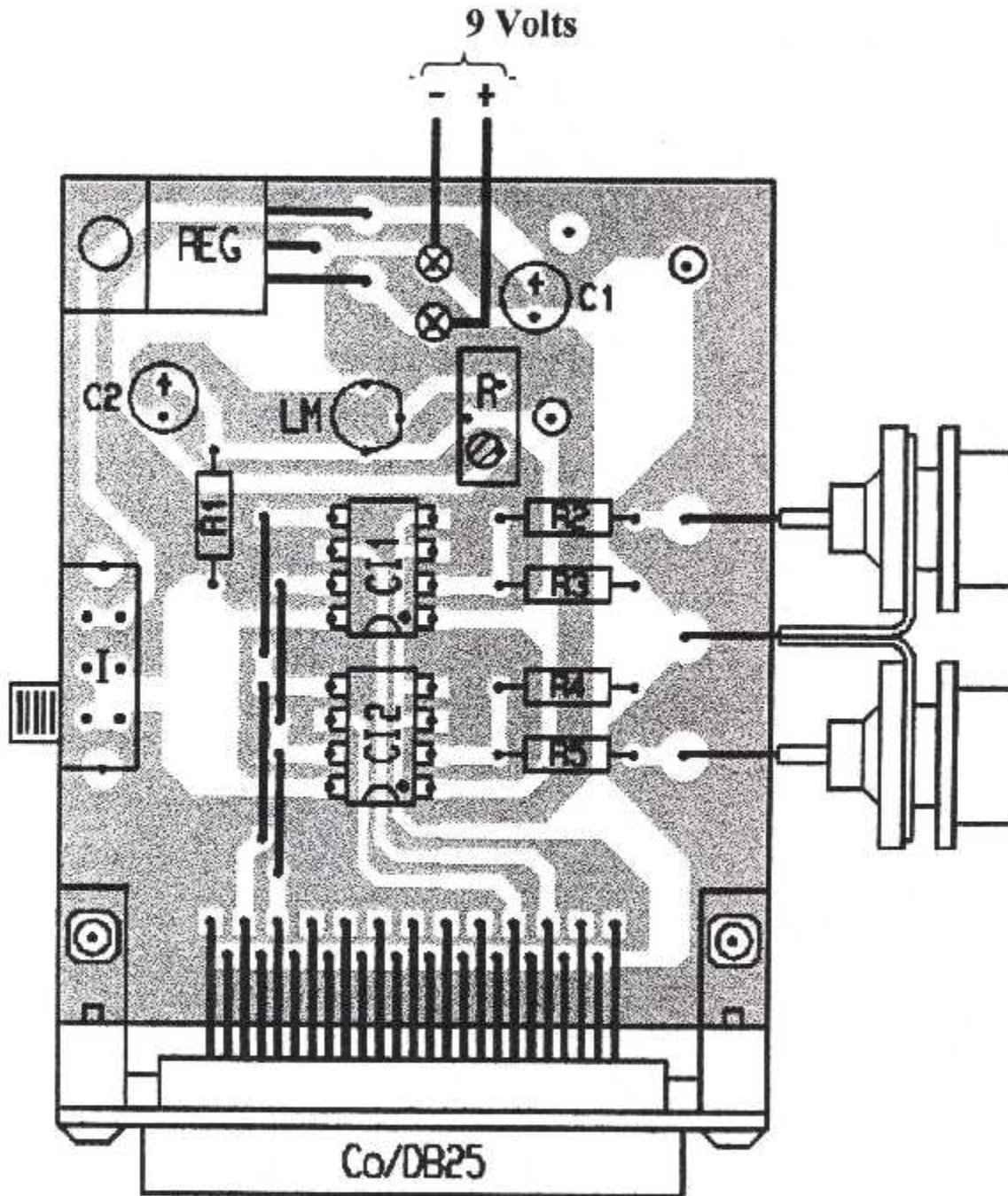
La maquette :



Tracé du circuit imprimé :



Implantation des composants :



Conclusion

CONCLUSION :

L'étude théorique de la transmission et de la gestion de ces protocoles nous a permis de réaliser une carte d'acquisition et l'élaboration du logiciel qui permet de gérer et de visualiser en mode graphique la variation de tension de pression d'un avion (en bar).

En outre, ce travail a été effectué en utilisant le port parallèle de l'imprimante du PC, de telle manière que grâce à ce port on a pu augmenter la vitesse de transmission de données.

D'autre part, durant cette étude on a eu à apprendre un nouveau langage de programmation DELPHI5 du type RAD.

Nous espérons que le travail réalisé s'avérera satisfaisant d'un point de vue maintenance sans pour autant perdre de vue que la conception est un domaine très spécifique à l'individu et invitons donc les futures promotions à plancher sur la question afin d'améliorer voire de réformer ce modeste travail.

Nomenclature

Résistances :

- Potentiomètre (réglage par vis) de 10 K Ω .
- Résistance de 2.2 K Ω .
- R2 à R5 : Résistance de 10K Ω .

Condensateurs :

- Condensateurs polarisé 22 μ F.
- Condensateurs polarisé 1 μ F.

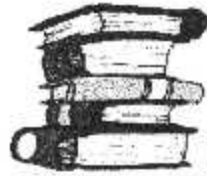
Circuits intégrés :

- CI 1, CI 2 Convertisseurs D/A de type TLC548.
- LM : LM336.
- Régulateurs 5V 7805.

Divers :

- Connecteurs de pile 9V.
- Deux fiches BNC à vis sur le boîtier
- Inverseur codé à souder sur le CI.
- Boîtier.
- Connecteurs DB 25 mâle coudé à souder sur le CI.
- Connecteurs mâle et femelle a sortie sur nappe.
- Nappe 25 files, longueur 1M

Bibliographie :



Bibliographie :



Ouvrages :

1. Manuelle des interfaces

STEVE LEABSON

Edition DUNOD 1984.

(Bibliothèque IAB)

2. Instrument de bord

THIERRY DU PUY GOYNE

ALEXIS ROUMENS

PATRICK LEPOURRY

Edition CEPADUES 1996.

(Bibliothèque IAB)

2. Manuel technique BOEING 737-200

Cour AH-737-2D 6C.8 – volume 2 navigation.

3. Formation Pilote AVIONIQUE de la navigation aérienne.



Mémoires :

1. Etude et réalisation d'une carte interface PPI/PC pour la

Visualisation des paramètres de bord. *Promotion 2001*

(Bibliothèque IEB)

2. Visualisation graphique des barres de tendances tangage et roulis à

L'aide d'un PC. *Promotion 2000*

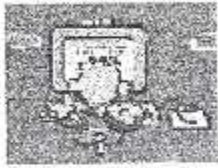
(Bibliothèque IEB).

ANNEXE



CD ROM :

1. Electronique pratique 1997.
2. Encyclopédie de l'informatique.
3. Cours d'informatique 2003.
4. DELPHIS professionnel.



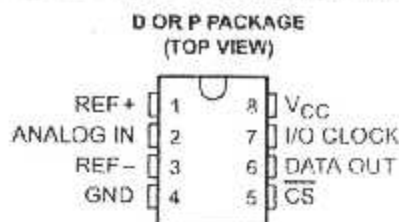
Sites Internet :

- ◆ <http://www.interface.fr>
- ◆ <http://www.educationcomposantelectronic.com/>

TLC548C, TLC548I, TLC549C, TLC549I 8-BIT ANALOG-TO-DIGITAL CONVERTERS WITH SERIAL CONTROL

SLAS067C - NOVEMBER 1983 - REVISED SEPTEMBER 1996

- Microprocessor Peripheral or Standalone Operation
- 8-Bit Resolution A/D Converter
- Differential Reference Input Voltages
- Conversion Time . . . 17 μ s Max
- Total Access and Conversion Cycles Per Second
 - TLC548 . . . up to 45 500
 - TLC549 . . . up to 40 000
- On-Chip Software-Controllable Sample-and-Hold Function
- Total Unadjusted Error . . . ± 0.5 LSB Max
- 4-MHz Typical Internal System Clock
- Wide Supply Range . . . 3 V to 6 V
- Low Power Consumption . . . 15 mW Max
- Ideal for Cost-Effective, High-Performance Applications including Battery-Operated Portable Instrumentation
- Pinout and Control Signals Compatible With the TLC540 and TLC545 8-Bit A/D Converters and with the TLC1540 10-Bit A/D Converter
- CMOS Technology



description

The TLC548 and TLC549 are CMOS analog-to-digital converter (ADC) integrated circuits built around an 8-bit switched-capacitor successive-approximation ADC. These devices are designed for serial interface with a microprocessor or peripheral through a 3-state data output and an analog input. The TLC548 and TLC549 use only the input/output clock (I/O CLOCK) input along with the chip select (\overline{CS}) input for data control. The maximum I/O CLOCK input frequency of the TLC548 is 2.048 MHz, and the I/O CLOCK input frequency of the TLC549 is specified up to 1.1 MHz.

AVAILABLE OPTIONS

T _A	PACKAGE	
	SMALL OUTLINE (D)	PLASTIC DIP (P)
0°C to 70°C	TLC548CD TLC549CD	TLC548CP TLC549CP
-40°C to 85°C	TLC548ID TLC549ID	TLC548IP TLC549IP



Please be aware that an important notice concerning availability, standard warranty, and use in critical applications of Texas Instruments semiconductor products and disclaimers thereto appears at the end of this data sheet.

PRODUCTION DATA: Information is current as of publication date. Products conform to specifications per the terms of Texas Instruments standard warranty. Production processing does not necessarily include testing of all parameters.

 **TEXAS
INSTRUMENTS**

POST OFFICE BOX 665303 • DALLAS, TEXAS 75265

Copyright © 1996, Texas Instruments Incorporated

TLC548C, TLC548I, TLC549C, TLC549I 8-BIT ANALOG-TO-DIGITAL CONVERTERS WITH SERIAL CONTROL

SLAS067C - NOVEMBER 1983 - REVISED SEPTEMBER 1996

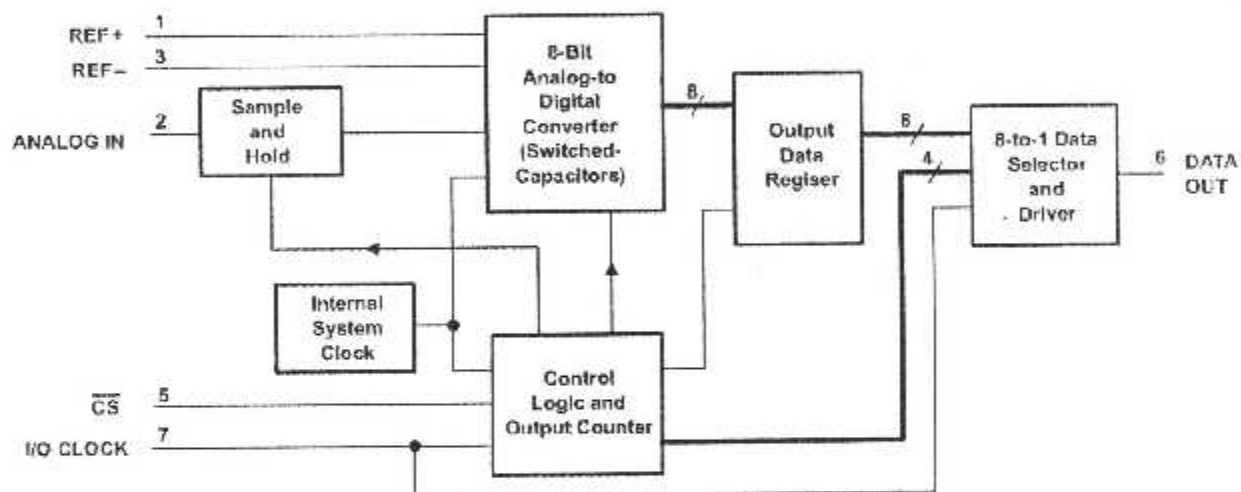
description (continued)

Operation of the TLC548 and the TLC549 is very similar to that of the more complex TLC540 and TLC541 devices; however, the TLC548 and TLC549 provide an on-chip system clock that operates typically at 4 MHz and requires no external components. The on-chip system clock allows internal device operation to proceed independently of serial input/output data timing and permits manipulation of the TLC548 and TLC549 as desired for a wide range of software and hardware requirements. The I/O CLOCK together with the internal system clock allow high-speed data transfer and conversion rates of 45 500 conversions per second for the TLC548, and 40 000 conversions per second for the TLC549.

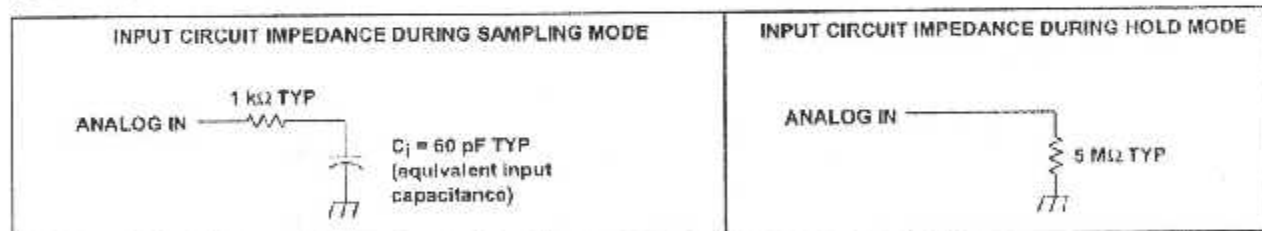
Additional TLC548 and TLC549 features include versatile control logic, an on-chip sample-and-hold circuit that can operate automatically or under microprocessor control, and a high-speed converter with differential high-impedance reference voltage inputs that ease ratiometric conversion, scaling, and circuit isolation from logic and supply noises. Design of the totally switched-capacitor successive-approximation converter circuit allows conversion with a maximum total error of ± 0.5 least significant bit (LSB) in less than 17 μ s.

The TLC548C and TLC549C are characterized for operation from 0°C to 70°C. The TLC548I and TLC549I are characterized for operation from -40°C to 85°C.

functional block diagram



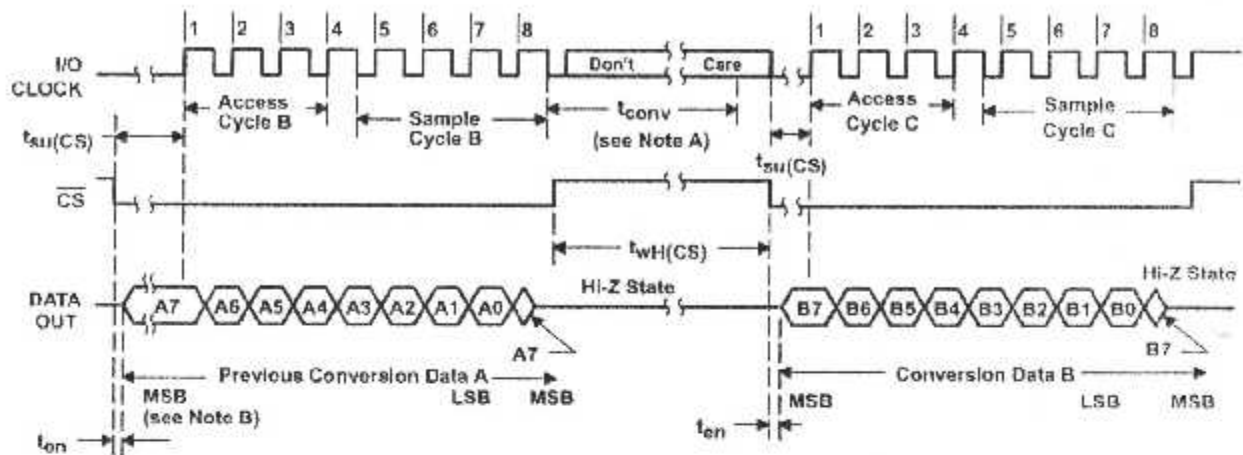
typical equivalent inputs



TLC548C, TLC548I, TLC549C, TLC549I 8-BIT ANALOG-TO-DIGITAL CONVERTERS WITH SERIAL CONTROL

SLAS067C - NOVEMBER 1989 - REVISED SEPTEMBER 1996

operating sequence



- NOTES: A. The conversion cycle, which requires 36 internal system clock periods (17 μ s maximum), is initiated with the eighth I/O clock pulse trailing edge after CS goes low for the channel whose address exists in memory at the time.
B. The most significant bit (A7) is automatically placed on the DATA OUT bus after CS is brought low. The remaining seven bits (A6-A0) are clocked out on the first seven I/O clock falling edges. B7-B0 follows in the same manner.

absolute maximum ratings over operating free-air temperature range (unless otherwise noted)

Supply voltage, V_{CC} (see Note 1)	6.5 V
Input voltage range at any input	-0.3 V to $V_{CC} + 0.3$ V
Output voltage range	-0.3 V to $V_{CC} + 0.3$ V
Peak input current range (any input)	± 10 mA
Peak total input current range (all inputs)	± 30 mA
Operating free-air temperature range, T_A (see Note 2):	TLC548C, TLC549C 0°C to 70°C
	TLC548I, TLC549I -40°C to 85°C
Storage temperature range, T_{stg}	-65°C to 150°C
Lead temperature 1.6 mm (1/16 inch) from case for 10 seconds	260°C

- NOTES: 1. All voltage values are with respect to the network ground terminal with the REF- and GND terminals connected together, unless otherwise noted.
2. The D package is not recommended below -40°C.



POST OFFICE BOX 655303 • DALLAS, TEXAS 75265

TLC548C, TLC548I, TLC549C, TLC549I

8-BIT ANALOG-TO-DIGITAL CONVERTERS

WITH SERIAL CONTROL

SLAS067C – NOVEMBER 1983 – REVISED SEPTEMBER 1996

recommended operating conditions

	TLC548			TLC549			UNIT
	MIN	NOM	MAX	MIN	NOM	MAX	
Supply voltage, V_{CC}	3	5	6	3	5	6	V
Positive reference voltage, V_{REF+} (see Note 3)	2.5	V_{CC}	$V_{CC}+0.1$	2.5	V_{CC}	$V_{CC}+0.1$	V
Negative reference voltage, V_{REF-} (see Note 3)	-0.1	0	2.5	-0.1	0	2.5	V
Differential reference voltage, V_{REF+} , V_{REF-} (see Note 3)	1	V_{CC}	$V_{CC}+0.2$	1	V_{CC}	$V_{CC}+0.2$	V
Analog input voltage (see Note 3)	0		V_{CC}	0		V_{CC}	V
High-level control input voltage, V_{IH} (for $V_{CC} = 4.75$ V to 5.5 V)	2			2			V
Low-level control input voltage, V_{IL} (for $V_{CC} = 4.75$ V to 5.5 V)			0.8			0.8	V
Input/output clock frequency, $f_{CLOCK(I/O)}$ (for $V_{CC} = 4.75$ V to 5.5 V)	0		2.048	0		1.1	MHz
Input/output clock high, $t_{WH(I/O)}$ (for $V_{CC} = 4.75$ V to 5.5 V)	200			404			ns
Input/output clock low, $t_{WL(I/O)}$ (for $V_{CC} = 4.75$ V to 5.5 V)	200			404			ns
Input/output clock transition time, $t_{t(I/O)}$ (for $V_{CC} = 4.75$ V to 5.5 V) (see Note 4 and Operating Sequence)			100			100	ns
Duration of CS input high state during conversion, $t_{WH(CS)}$ (for $V_{CC} = 4.75$ V to 5.5 V) (see Operating Sequence)	17			17			μ s
Setup time, CS low before first I/O CLOCK, $t_{SU(CS)}$ (for $V_{CC} = 4.75$ V to 5.5 V) (see Note 5)	1.4			1.4			μ s
TLC548C, TLC548I	0		70	0		70	$^{\circ}$ C
TLC549C, TLC549I	-40		85	-40		85	

- NOTES: 3. Analog input voltages greater than that applied to REF+ convert to all ones (11111111), while input voltages less than that applied to REF- convert to all zeros (00000000). For proper operation, the positive reference voltage V_{REF+} , must be at least 1 V greater than the negative reference voltage, V_{REF-} . In addition, unadjusted errors may increase as the differential reference voltage, $V_{REF+} - V_{REF-}$, falls below 4.75 V.
4. This is the time required for the I/O CLOCK input signal to fall from V_{IH} min to V_{IL} max or to rise from V_{IL} max to V_{IH} min. In the vicinity of normal room temperature, the devices function with input clock transition time as slow as 2 μ s for remote data acquisition applications in which the sensor and the ADC are placed several feet away from the controlling microprocessor.
5. To minimize errors caused by noise at the CS input, the internal circuitry waits for two rising edges and one falling edge of internal system clock after CS \downarrow before responding to control input signals. This CS setup time is given by the t_{EN} and $t_{SU(CS)}$ specifications.



POST OFFICE BOX 655303 • DALLAS, TEXAS 75265

TLC548C, TLC548I, TLC549C, TLC549I
8-BIT ANALOG-TO-DIGITAL CONVERTERS
WITH SERIAL CONTROL

SLAS057C - NOVEMBER 1983 - REVISED SEPTEMBER 1996

electrical characteristics over recommended operating free-air temperature range,
 $V_{CC} = V_{ref+} = 4.75\text{ V to }5.5\text{ V}$, $f_{clock(I/O)} = 2.048\text{ MHz}$ for TLC548 or 1.1 MHz for TLC549
(unless otherwise noted)

PARAMETER		TEST CONDITIONS	MIN	TYP†	MAX	UNIT
V_{OH}	High-level output voltage	$V_{CC} = 4.75\text{ V}$, $I_{OH} = -380\text{ }\mu\text{A}$	2.4			V
V_{OL}	Low-level output voltage	$V_{CC} = 4.75\text{ V}$, $I_{OL} = 3.2\text{ mA}$			0.4	V
I_{OZ}	High-impedance off-state output current	$V_O = V_{CC}$, \overline{CS} at V_{CC}			10	μA
		$V_O = 0$, \overline{CS} at V_{CC}			-10	
I_{IH}	High-level input current, control inputs	$V_I = V_{CC}$		0.005	2.5	μA
I_{IL}	Low level input current, control inputs	$V_I = 0$		-0.005	-2.5	μA
$I_{I(on)}$	Analog channel on-state input current during sample cycle	Analog input at V_{CC}		0.4	1	μA
		Analog input at 0 V		-0.4	-1	
I_{CC}	Operating supply current	\overline{CS} at 0 V		1.8	2.5	mA
$I_{CC} + I_{ref}$	Supply and reference current	$V_{ref+} = V_{CC}$		1.9	3	mA
C_i	Input capacitance	Analog inputs		7	55	pF
		Control inputs		5	15	

operating characteristics over recommended operating free-air temperature range,
 $V_{CC} = V_{ref+} = 4.75\text{ V to }5.5\text{ V}$, $f_{clock(I/O)} = 2.048\text{ MHz}$ for TLC548 or 1.1 MHz for TLC549
(unless otherwise noted)

PARAMETER	TEST CONDITIONS	TLC548		TLC549		UNIT		
		MIN	TYP†	MAX	MIN		TYP†	MAX
E_L	Linearity error	See Note 6		±0.5		LSB		
E_{ZS}	Zero-scale error	See Note 7		±0.5		LSB		
E_{FS}	Full-scale error	See Note 7		±0.5		LSB		
	Total unadjusted error	See Note 8		±0.5		LSB		
t_{conv}	Conversion time	See Operating Sequence		8	17	12	17	μs
	Total access and conversion time	See Operating Sequence		12	22	19	25	μs
t_a	Channel acquisition time (sample cycle)	See Operating Sequence		4		4	I/O clock cycles	
t_v	Time output data remains valid after $\overline{I/O\ CLOCK}$ ↓			10		10	ns	
t_d	Delay time to data output valid	$\overline{I/O\ CLOCK}$ ↓		200		400	ns	
t_{en}	Output enable time			1.4		1.4	μs	
t_{dis}	Output disable time			150		150	ns	
$t_{r(bus)}$	Data bus rise time	See Figure 1		300		300	ns	
$t_{f(bus)}$	Data bus fall time			300		300	ns	

† All typicals are at $V_{CC} = 5\text{ V}$, $T_A = 25\text{ }^\circ\text{C}$.

NOTES: 6. Linearity error is the deviation from the best straight line through the A/D transfer characteristics.

7. Zero-scale error is the difference between 00000000 and the converted output for zero input voltage; full-scale error is the difference between 11111111 and the converted output for full-scale input voltage.

8. Total unadjusted error is the sum of linearity, zero-scale, and full-scale errors.

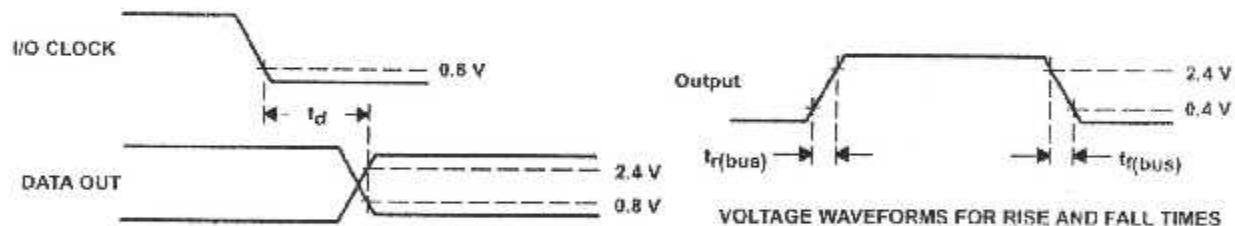
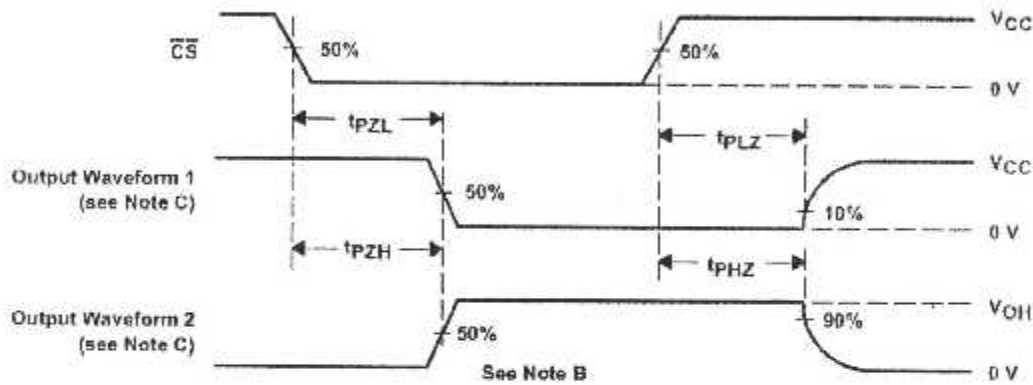
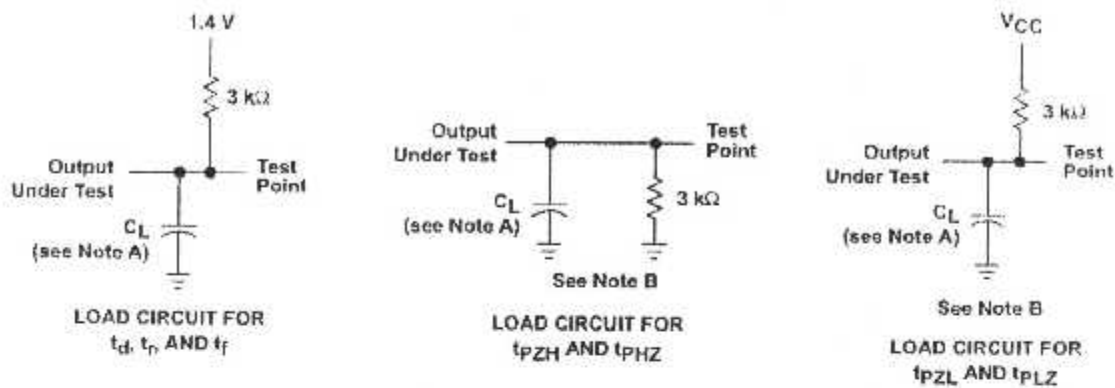


POST OFFICE BOX 655303 • DALLAS, TEXAS 75265

TLC548C, TLC548I, TLC549C, TLC549I
8-BIT ANALOG-TO-DIGITAL CONVERTERS
WITH SERIAL CONTROL

SLAS067C - NOVEMBER, 1993 - REVISED SEPTEMBER, 1995

PARAMETER MEASUREMENT INFORMATION



- NOTES: A. $C_L = 50$ pF for TLC548 and 100 pF for TLC549; C_L includes jig capacitance.
 B. $t_{en} = t_{PZH}$ or t_{PZL} ; $t_{dis} = t_{PHZ}$ or t_{PLZ} .
 C. Waveform 1 is for an output with internal conditions such that the output is low except when disabled by the output control. Waveform 2 is for an output with internal conditions such that the output is high except when disabled by the output control.

Figure 1. Load Circuits and Voltage Waveforms



POST OFFICE BOX 655303 • DALLAS, TEXAS 75265

APPLICATIONS INFORMATION

simplified analog input analysis

Using the equivalent circuit in Figure 2, the time required to charge the analog input capacitance from 0 to V_S within 1/2 LSB can be derived as follows:

The capacitance charging voltage is given by

$$V_C = V_S (1 - e^{-t_c/R_t C_i}) \quad (1)$$

where

$$R_t = R_s + r_i$$

The final voltage to 1/2 LSB is given by

$$V_C (1/2 \text{ LSB}) = V_S - (V_S/512) \quad (2)$$

Equating equation 1 to equation 2 and solving for time t_c gives

$$V_S - (V_S/512) = V_S (1 - e^{-t_c/R_t C_i}) \quad (3)$$

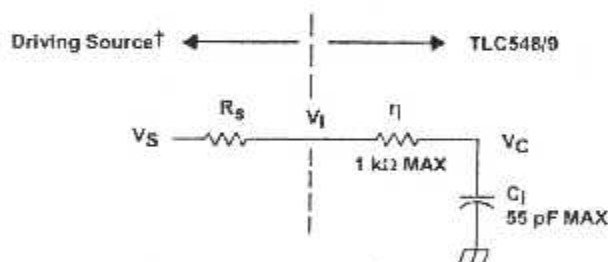
and

$$t_c (1/2 \text{ LSB}) = R_t \times C_i \times \ln(512) \quad (4)$$

Therefore, with the values given the time for the analog input signal to settle is

$$t_c (1/2 \text{ LSB}) = (R_s + 1 \text{ k}\Omega) \times 60 \text{ pF} \times \ln(512) \quad (5)$$

This time must be less than the converter sample time shown in the timing diagrams.



V_I = Input Voltage at ANALOG IN
 V_S = External Driving Source Voltage
 R_S = Source Resistance
 r_i = Input Resistance
 C_i = Input Capacitance

† Driving source requirements:

- Noise and distortion for the source must be equivalent to the resolution of the converter.
- R_S must be real at the input frequency.

Figure 2. Equivalent Input Circuit Including the Driving Source

TLC548C, TLC548I, TLC549C, TLC549I 8-BIT ANALOG-TO-DIGITAL CONVERTERS WITH SERIAL CONTROL

SLA5057C - NOVEMBER 1993 - REVISED SEPTEMBER 1996

PRINCIPLES OF OPERATION

The TLC548 and TLC549 are each complete data acquisition systems on a single chip. Each contains an internal system clock, sample-and-hold function, 8-bit A/D converter, data register, and control logic circuitry. For flexibility and access speed, there are two control inputs: I/O CLOCK and chip select (\overline{CS}). These control inputs and a TTL-compatible 3-state output facilitate serial communications with a microprocessor or minicomputer. A conversion can be completed in 17 μ s or less, while complete input-conversion-output cycles can be repeated in 22 μ s for the TLC548 and in 25 μ s for the TLC549.

The internal system clock and I/O CLOCK are used independently and do not require any special speed or phase relationships between them. This independence simplifies the hardware and software control tasks for the device. Due to this independence and the internal generation of the system clock, the control hardware and software need only be concerned with reading the previous conversion result and starting the conversion by using the I/O clock. In this manner, the internal system clock drives the "conversion crunching" circuitry so that the control hardware and software need not be concerned with this task.

When \overline{CS} is high, DATA OUT is in a high-impedance condition and I/O CLOCK is disabled. This \overline{CS} control function allows I/O CLOCK to share the same control logic point with its counterpart terminal when additional TLC548 and TLC549 devices are used. This also serves to minimize the required control logic terminals when using multiple TLC548 and TLC549 devices.

The control sequence has been designed to minimize the time and effort required to initiate conversion and obtain the conversion result. A normal control sequence is:

1. \overline{CS} is brought low. To minimize errors caused by noise at \overline{CS} , the internal circuitry waits for two rising edges and then a falling edge of the internal system clock after a $\overline{CS}\downarrow$ before the transition is recognized. However, upon a \overline{CS} rising edge, DATA OUT goes to a high-impedance state within the specified t_{dis} even though the rest of the integrated circuitry does not recognize the transition until the specified $t_{su}(\overline{CS})$ has elapsed. This technique protects the device against noise when used in a noisy environment. The most significant bit (MSB) of the previous conversion result initially appears on DATA OUT when \overline{CS} goes low.
2. The falling edges of the first four I/O CLOCK cycles shift out the second, third, fourth, and fifth most significant bits of the previous conversion result. The on-chip sample-and-hold function begins sampling the analog input after the fourth high-to-low transition of I/O CLOCK. The sampling operation basically involves the charging of internal capacitors to the level of the analog input voltage.
3. Three more I/O CLOCK cycles are then applied to the I/O CLOCK terminal and the sixth, seventh, and eighth conversion bits are shifted out on the falling edges of these clock cycles.
4. The final (the eighth) clock cycle is applied to I/O CLOCK. The on-chip sample-and-hold function begins the hold operation upon the high-to-low transition of this clock cycle. The hold function continues for the next four internal system clock cycles, after which the holding function terminates and the conversion is performed during the next 32 system clock cycles, giving a total of 36 cycles. After the eighth I/O CLOCK cycle, \overline{CS} must go high or the I/O clock must remain low for at least 36 internal system clock cycles to allow for the completion of the hold and conversion functions. \overline{CS} can be kept low during periods of multiple conversion. When keeping \overline{CS} low during periods of multiple conversion, special care must be exercised to prevent noise glitches on the I/O CLOCK line. If glitches occur on I/O CLOCK, the I/O sequence between the microprocessor/controller and the device loses synchronization. When \overline{CS} is taken high, it must remain high until the end of conversion. Otherwise, a valid high-to-low transition of \overline{CS} causes a reset condition, which aborts the conversion in progress.

A new conversion may be started and the ongoing conversion simultaneously aborted by performing steps 1 through 4 before the 36 internal system clock cycles occur. Such action yields the conversion result of the previous conversion and not the ongoing conversion.



POST OFFICE BOX 655303 • DALLAS, TEXAS 75265

PRINCIPLES OF OPERATION

For certain applications, such as strobing applications, it is necessary to start conversion at a specific point in time. This device accommodates these applications. Although the on-chip sample-and-hold function begins sampling upon the high-to-low transition of the fourth I/O CLOCK cycle, the hold function does not begin until the high-to-low transition of the eighth I/O CLOCK cycle, which should occur at the moment when the analog signal must be converted. The TLC548 and TLC549 continue sampling the analog input until the high-to-low transition of the eighth I/O CLOCK pulse. The control circuitry or software then immediately lowers I/O CLOCK and starts the holding function to hold the analog signal at the desired point in time and starts the conversion.



FEATURES

- *Guaranteed* Temperature Stability
- Maximum 0.6 Ω Dynamic Impedance
- Adjustable for Minimum Temperature Coefficient
- Wide Operating Current Range

APPLICATIONS

- Reference for 5V Systems
- 8-Bit A/D and D/A Reference
- Digital Voltmeters
- Current Loop Measurement and Control Systems
- Power Supply Monitor

DESCRIPTION

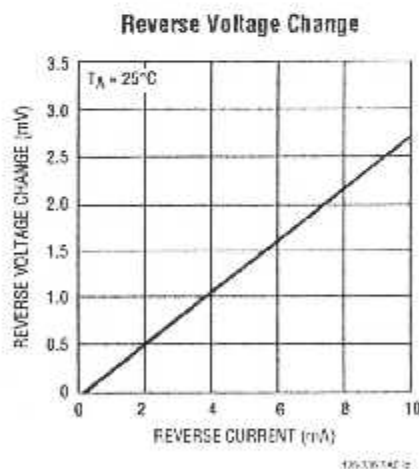
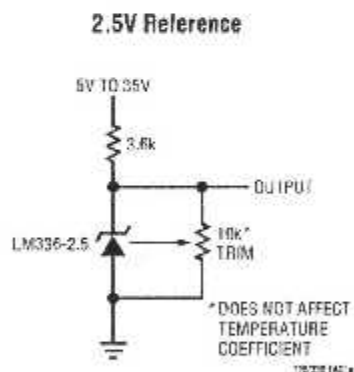
The LM136-2.5 is a general purpose shunt regulator diode designed to operate over a wide current range while maintaining good stability with time and temperature. The third terminal allows either the temperature coefficient to be minimized or the reference voltage to be adjusted without changing the temperature coefficient. Because it operates as a shunt regulator it can be used equally well as a positive or negative reference.

The LM136-2.5 is available with initial tolerances as low as 1% in either a TO-46 metal can for hermetic requirements or a low cost TO-92 plastic package.

Linear's advanced design, test and process techniques have optimized the LM136-2.5 to achieve superior performance and reliability over previous designs. For more demanding precision reference applications requiring very low initial tolerance and temperature coefficients, consult the LT1009 data sheet. A typical 2.5V reference with trim is shown below.

LT, LTC and LT are registered trademarks of Linear Technology Corporation.

TYPICAL APPLICATION

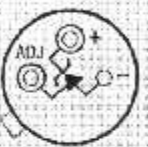
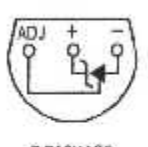


LM136-2.5/LM336-2.5

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS (Note 1)

Operating Temperature Range	Lead Temperature (Soldering, 10 sec)	300°C
LM136-2.5 (OBSOLETE)	Reverse Current	15mA
LM336-2.5	Forward Current	10mA
Storage Temperature Range		

PACKAGE/ORDER INFORMATION

 <p>BOTTOM VIEW</p> <p>H PACKAGE 3-LEAD TO-46 METAL CAN $T_{MAX} = 150^{\circ}C$; $\theta_{JA} = 840^{\circ}C/W$ (NOTE 2)</p> <p>OBSOLETE PACKAGE Consider the Z Packages for Alternate Source.</p>	<p>ORDER PART NUMBER</p> <p>LM136H-2.5 LM136AH-2.5 LM336H-2.5 LM336AH-2.5</p>	 <p>BOTTOM VIEW</p> <p>Z PACKAGE 3-LEAD PLASTIC TO-92 $T_{MAX} = 160^{\circ}C$; $\theta_{JA} = 180^{\circ}C/W$ (NOTE 2)</p>	<p>ORDER PART NUMBER</p> <p>LM336Z-2.5 LM336BZ-2.5</p>

Consult LTC Marketing for parts specified with wider operating temperature ranges.

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

The ● denotes the specifications which apply over the full operating temperature range, otherwise specifications are at $T_A = 25^{\circ}C$. (Note 2)

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	LM136/LM136A			LM336/LM336B			UNITS
			MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	
V_Z	Reverse Breakdown Voltage	$T_A = 25^{\circ}C$, $I_R = 1mA$ LM136/LM336 LM136A/LM336B	2.440 2.465	2.490 2.490	2.540 2.515	2.390 2.440	2.490 2.490	2.590 2.540	V
$\frac{\Delta V_Z}{\Delta I_R}$	Reverse Breakdown Change with Current	$400\mu A \leq I_R \leq 10mA$ $T_A = 25^{\circ}C$ $T_{MIN} \leq T_A \leq T_{MAX}$	●	2.6 3.0	6 10		2.6 3.0	10 12	mV
r_Z	Reverse Dynamic Impedance	$I_Z = 1mA$ $T_A = 25^{\circ}C$ $T_{MIN} \leq T_A \leq T_{MAX}$	●	0.2 0.4	0.6 1.0		0.2 0.4	1.0 1.4	Ω
$\frac{\Delta V_Z}{\Delta T_{temp}}$	Temperature Stability	V_R Adjusted to 2.490V, $I_R = 1mA$, $T_{MIN} \leq T_A \leq T_{MAX}$ (See Figure 1)	●	12	18		1.8	6	mV
$\frac{\Delta V_Z}{\Delta Time}$	Long Term Stability	$T_A = 25^{\circ}C \pm 0.1^{\circ}C$, $I_R = 1mA$		20			20		ppm/KHr

Note 1: Absolute Maximum Ratings are those values beyond which the life of a device may be impaired.

Note 2: The LT1009 is an improved, low cost, pin for pin replacement for the "A" and "B" versions. For further information consult the LT1009 data sheet.

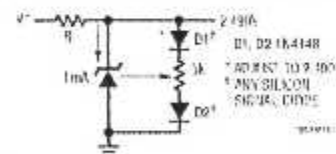
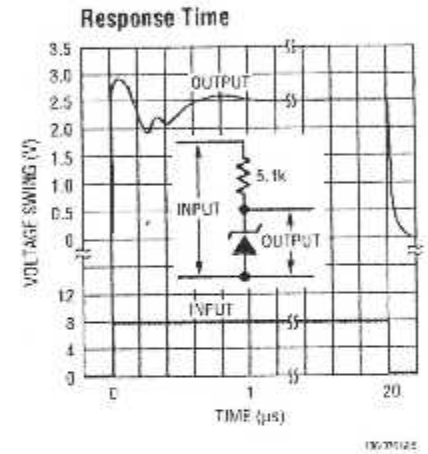
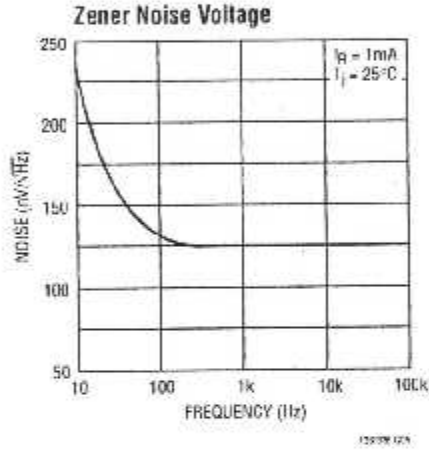
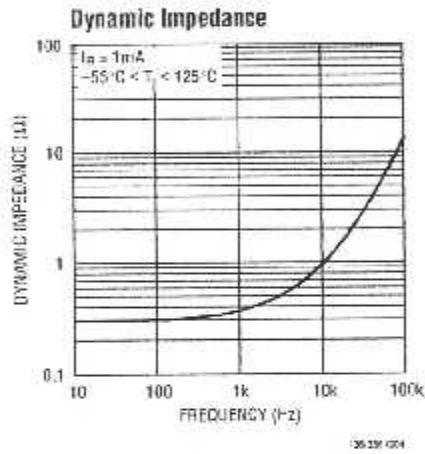
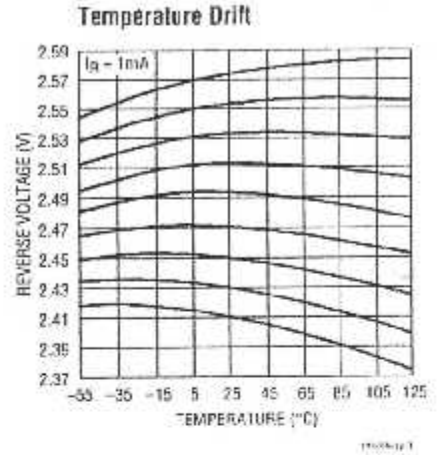
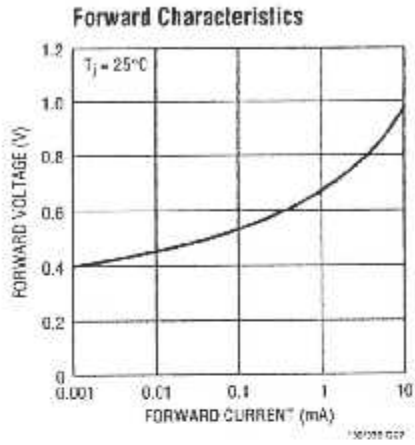
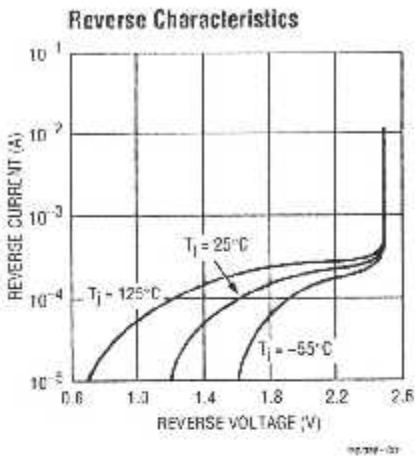
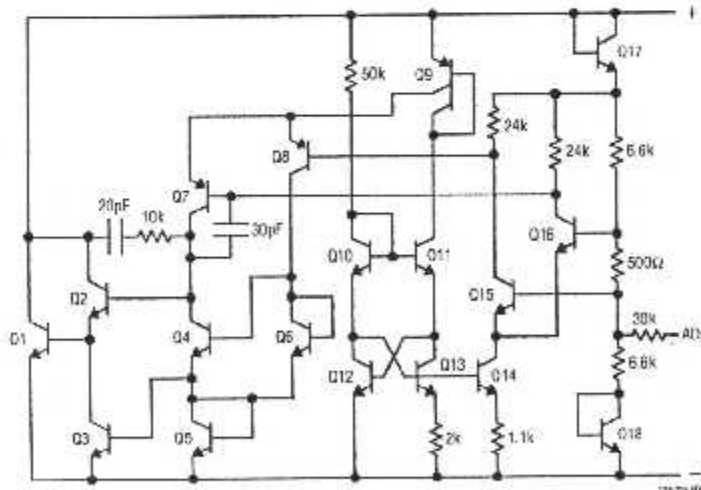


Figure 1. Adjusting the LM336 for Minimum Temperature Coefficient

TYPICAL PERFORMANCE CHARACTERISTICS



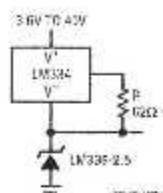
SCHEMATIC DIAGRAM



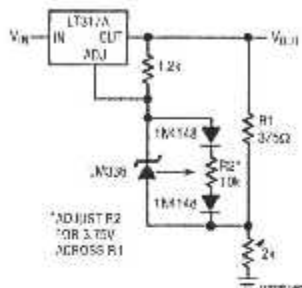
LM136-2.5/LM336-2.5

TYPICAL APPLICATIONS

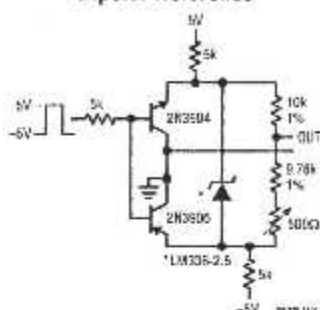
Wide Supply Range, Reference



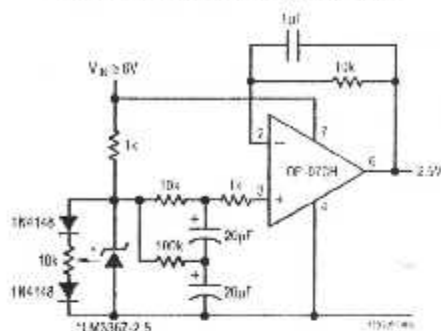
Low Temperature Coefficient Power Regulator



Switchable $\pm 1.25V$ Bipolar Reference

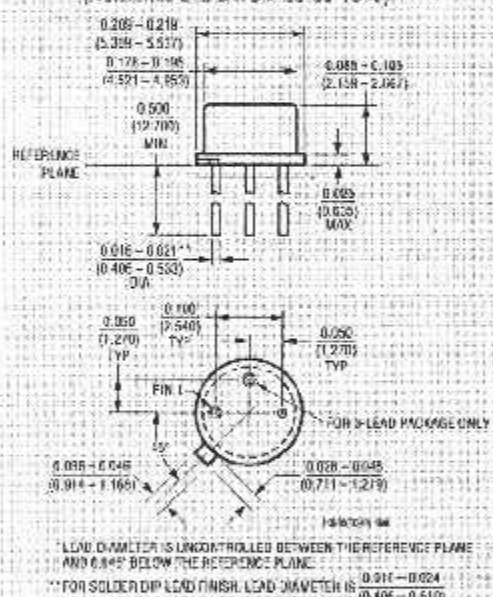


Low Noise 2.5V Buffered Reference



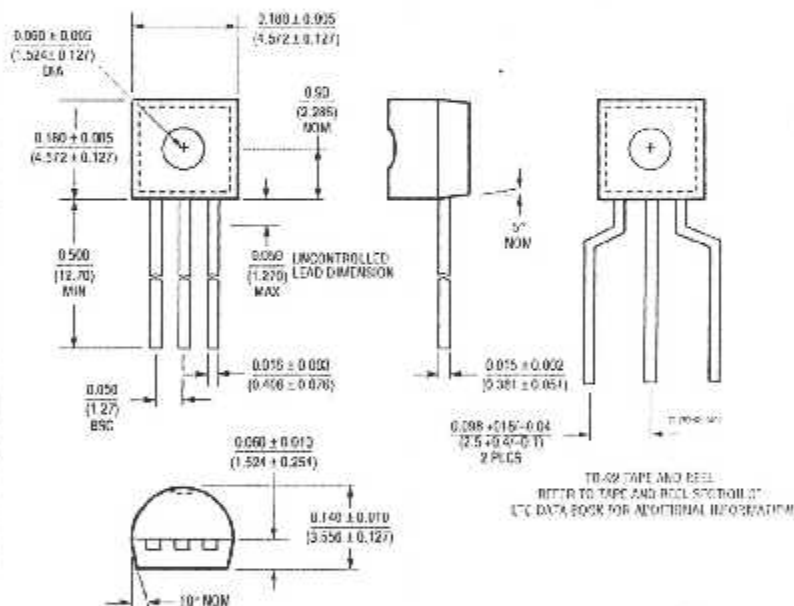
PACKAGE DESCRIPTION

H Package
2-Lead and 3-Lead TO-46 Metal Can
(Reference LTC DWG # 05-08-1340)



OBSOLETE PACKAGE

Z Package
3-Lead Plastic TO-92 (Similar to TO-226)
(Reference LTC DWG # 05-08-1410)



RELATED PARTS

PART NUMBER	DESCRIPTION	COMMENTS
LT1009	Precision 2.5V Shunt Reference	0.2% Max Initial Tolerance

4

Linear Technology Corporation
1630 McCarthy Blvd., Milpitas, CA 95035-7417
(408) 432-1900 • FAX: (408) 434-0507 • www.linear.com

1363.101b LT1009 1001 1.5K REV. A • PRINTED IN USA

LINEAR
TECHNOLOGY
CORPORATION

IMPORTANT NOTICE

Texas Instruments and its subsidiaries (TI) reserve the right to make changes to their products or to discontinue any product or service without notice, and advise customers to obtain the latest version of relevant information to verify, before placing orders, that information being relied on is current and complete. All products are sold subject to the terms and conditions of sale supplied at the time of order acknowledgement, including those pertaining to warranty, patent infringement, and limitation of liability.

TI warrants performance of its semiconductor products to the specifications applicable at the time of sale in accordance with TI's standard warranty. Testing and other quality control techniques are utilized to the extent TI deems necessary to support this warranty. Specific testing of all parameters of each device is not necessarily performed, except those mandated by government requirements.

CERTAIN APPLICATIONS USING SEMICONDUCTOR PRODUCTS MAY INVOLVE POTENTIAL RISKS OF DEATH, PERSONAL INJURY, OR SEVERE PROPERTY OR ENVIRONMENTAL DAMAGE ("CRITICAL APPLICATIONS"). TI SEMICONDUCTOR PRODUCTS ARE NOT DESIGNED, AUTHORIZED, OR WARRANTED TO BE SUITABLE FOR USE IN LIFE-SUPPORT DEVICES OR SYSTEMS OR OTHER CRITICAL APPLICATIONS. INCLUSION OF TI PRODUCTS IN SUCH APPLICATIONS IS UNDERSTOOD TO BE FULLY AT THE CUSTOMER'S RISK.

In order to minimize risks associated with the customer's applications, adequate design and operating safeguards must be provided by the customer to minimize inherent or procedural hazards.

TI assumes no liability for applications assistance or customer product design. TI does not warrant or represent that any license, either express or implied, is granted under any patent right, copyright, mask work right, or other intellectual property right of TI covering or relating to any combination, machine, or process in which such semiconductor products or services might be or are used. TI's publication of information regarding any third party's products or services does not constitute TI's approval, warranty or endorsement thereof.

Copyright © 1998, Texas Instruments Incorporated

